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

Проектирование и технология электронной компонентной базы

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Проектирование и технология микро- и наноэлектронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	44	44	часов
5	Из них в интерактивной форме	20	20	часов
6	Самостоятельная работа	64	64	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21328

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 58 от « 8 » 2 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. ЭП _____ Н. И. Буримов

Заведующий обеспечивающей каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

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

Декан РКФ _____ Д. В. Озеркин

Заведующий выпускающей каф. КУДР _____ А. Г. Лощилов

Эксперт:

Профессор ТУСУР, каф.ЭП _____ Л. Н. Орликов

Согласована на портале № 21328

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Обучение студентов общим принципам и подходам проектирования активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств, в том числе СВЧ диапазона, с использованием современных пакетов 2D и 3D-прикладных программ, обеспечивающих приборно-технологическое проектирование компонентов нового поколения, а также интеграцию этих средств с САПР СБИС.

1.2. Задачи дисциплины

– Изучение и освоение типовых базовых технологических процессов производства микроэлектронных компонентов и устройств с использованием современных программных продуктов и методов моделирования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Проектирование и технология электронной компонентной базы» (Б1.Б.5) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники, Компьютерные технологии в научных исследованиях, Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-2 способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом;

– ОПК-1 способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;

– ПК-3 готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени;

– ПК-9 способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями;

– ПК-10 способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники;

– ПК-11 способностью проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства;

– ПК-12 способностью разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники;

– ПК-13 готовностью обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов;

– ПК-14 готовностью осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств

– **уметь** разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники; разрабатывать технологические маршруты их изготовления, применять новейшие технологические и конструкционные материалы

– **владеть** методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в табли-

Согласована на портале № 21328

це 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	44	44
Лекции	18	18
Практические занятия	10	10
Лабораторные работы	16	16
Из них в интерактивной форме	20	20
Самостоятельная работа (всего)	64	64
Оформление отчетов по лабораторным работам	20	20
Проработка лекционного материала	24	24
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	20	20
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

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
3 семестр						
1 Изучение современных возможностей по проектированию и моделированию приборов и интегральных схем, изготовлению фотошаблонов, проектированию и изготовлению печатных плат	4	0	0	4	8	ОК-2, ОПК-1, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-3, ПК-9
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в среде Sentaurus TCAD	5	5	8	24	42	ОК-2, ОПК-1, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-3, ПК-9
3 Изучение базовых технологий изготовления активных и пассивных ми-	5	5	8	28	46	ОК-2, ОПК-1, ПК-10, ПК-

Согласована на портале № 21328

кроэлектронных компонентов и устройств, в том числе сверхвысокочастотных полосковых схем, адаптированных к новой электронной компонентной базе сверхвысокочастотного диапазона; освоение технологии новых материалов и покрытий, обеспечивающих повышение надежности компонентов и интегральных схем на их основе.						11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-3, ПК-9
4 Одно- и двухмерное моделирование технологических процессов в среде Sentaurus TCAD в процессе проектирования активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	4	0	0	8	12	ОК-2, ОПК-1, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-3, ПК-9
Итого за семестр	18	10	16	64	108	
Итого	18	10	16	64	108	

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
3 семестр			
1 Изучение современных возможностей по проектированию и моделированию приборов и интегральных схем, изготовлению фотошаблонов, проектированию и изготовлению печатных плат	Поверхностные (ПАВ) и объемные (ОАВ) акустические волны Возбуждение акустических волн в кристаллах. Коэффициенты электромеханической связи. Дифракция и затухание акустических волн в пьезокристаллах.Встречно-штыревой преобразователь как трансверсальный фильтр. Эквивалентные схемы. Методы расчета ВШП. Широкополосные пьезопреобразователи. Щелевой и торцевой пьезопреобразователи.	4	ОПК-1, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-3, ПК-9
	Итого	4	
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в среде Sentaurus TCAD	Линии задержки (ЛЗ) на ПАВ. Вносимые потери и ложные сигналы. Полоса пропускания ЛЗ. Температурная стабильность. Динамический диапазон. Резонаторы. Генераторы на ПАВ. Стабильность генераторов. Полосовые фильтры. Фильтры линейно-частотно-модулированных (ЛЧМ) сигналов. Акустоэлектронные частотомеры. Фазокодированные преобразователи.	5	ОПК-1, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-3, ПК-9

Согласована на портале № 21328

	Устройства формирования и обработки фазо-кодо-манипулированных сигналов. Нелинейная обработка сигналов. Пьезоэлектрические конвольверы. Многополосковые ответвители. Мультиплексоры на ПАВ.		
	Итого	5	
3 Изучение базовых технологий изготовления активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств, в том числе сверхвысокочастотных полосковых схем, адаптированных к новой электронной компонентной базе сверхвысокочастотного диапазона; освоение технологии новых материалов и покрытий, обеспечивающих повышение надежности компонентов и интегральных схем на их основе.	Методы обработки подложек и звукопроводов. Методы экспонирования рисунков на полимерные пленки. Оптическая проекционная печать. Электронная проекционная литография.	5	ОПК-1, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-3, ПК-9
	Итого	5	
4 Одно- и двухмерное моделирование технологических процессов в среде Sentaurus TCAD в процессе проектирования активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	Рентгеновская литография. Химическое травление. Плазменное травление. Легирование. Травление ионной бомбардировкой. Метод съемного шаблона.	4	ОПК-1, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-3, ПК-9
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

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

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены 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
Предшествующие дисциплины				
1 Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники	+		+	
2 Компьютерные технологии в научных исследованиях		+		+
3 Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники	+	+	+	

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

Согласована на портале № 21328

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОК-2		+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат
ОПК-1	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат
ПК-3	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат
ПК-9	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат
ПК-10	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат
ПК-11	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат
ПК-12	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат
ПК-13	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат
ПК-14	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат

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 лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
3 семестр				
Работа в команде	6	6		12

Согласована на портале № 21328

Презентации с использованием слайдов с обсуждением			8	8
Итого за семестр:	6	6	8	20
Итого	6	6	8	20

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в среде Sentaurus TCAD	Исследование линий задержки на ПАВ	4	ОК-2, ОПК-1, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-3, ПК-9
	Исследование полосового фильтра на ПАВ	4	
	Итого	8	
3 Изучение базовых технологий изготовления активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств, в том числе сверхвысокочастотных полосковых схем, адаптированных к новой электронной компонентной базе сверхвысокочастотного диапазона; освоение технологии новых материалов и покрытий, обеспечивающих повышение надежности компонентов и интегральных схем на их основе.	Исследование акустооптического модулятора	4	ОПК-1, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-3, ПК-9
	Исследование планарного акустооптического модулятора	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
2 Моделирование и расчет характеристик активных и	Линии задержки (ЛЗ) на ПАВ. Вносимые потери и ложные сигналы. Полоса	5	ОК-2, ОПК-1,

Согласована на портале № 21328

пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в среде Sentaurus TCAD	пропускания ЛЗ. Температурная стабильность. Динамический диапазон. Резонаторы. Генераторы на ПАВ. Стабильность генераторов. Полосовые фильтры. Фильтры линейно-частотно-модулированных (ЛЧМ) сигналов. Акустоэлектронные частотомеры. Фазокодированные преобразователи. Устройства формирования и обработки фазо-кодо-манипулированных сигналов. Нелинейная обработка сигналов. Пьезоэлектрические конвольверы. Многополосковые ответвители. Мультиплексоры на ПАВ.		ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-3, ПК-9
	Итого	5	
3 Изучение базовых технологий изготовления активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств, в том числе сверхвысокочастотных полосковых схем, адаптированных к новой электронной компонентной базе сверхвысокочастотного диапазона; освоение технологии новых материалов и покрытий, обеспечивающих повышение надежности компонентов и интегральных схем на их основе.	Методы обработки подложек и звукопроводов. Методы экспонирования рисунков на полимерные пленки. Оптическая проекционная печать. Электронная проекционная литография. Рентгеновская литография. Химическое травление. Плазменное травление. Легирование. Травление ионной бомбардировкой. Метод съемного шаблона.	5	ОК-2, ОПК-1, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-9
	Итого	5	
Итого за семестр		10	

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
3 семестр				
1 Изучение современных возможностей по проектированию и моделированию приборов и интегральных схем, изготовлению фотошаблонов, проектированию и изготовлению печатных плат	Проработка лекционного материала	4	ОК-2, ОПК-1, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-3, ПК-9	Реферат
	Итого	4		

Согласована на портале № 21328

2 Моделирование и расчет характеристик активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств в среде Sentaurus TCAD	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОК-2, ОПК-1, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-3, ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	24		
3 Изучение базовых технологий изготовления активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств, в том числе сверхвысокочастотных полосковых схем, адаптированных к новой электронной компонентной базе сверхвысокочастотного диапазона; освоение технологии новых материалов и покрытий, обеспечивающих повышение надежности компонентов и интегральных схем на их основе.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОК-2, ОПК-1, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-3, ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат
	Проработка лекционного материала	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	28		
4 Одно- и двухмерное моделирование технологических процессов в среде Sentaurus TCAD в процессе проектирования активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств	Проработка лекционного материала	8	ОК-2, ОПК-1, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-3, ПК-9	Реферат
	Итого	8		
Итого за семестр		64		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		100		

9.1. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Фазокодированные преобразователи. Устройства формирования и обработки фазо-кодо-манипулированных сигналов.
2. Нелинейная обработка сигналов. Пьезоэлектрические конвольверы.
3. Многополосковые ответвители. Мультиплексоры на ПАВ.
4. Методы обработки подложек и звукопроводов.

Согласована на портале № 21328

5. Методы экспонирования рисунков на полимерные пленки.
6. Оптическая проекционная печать.
7. Электронная проекционная литография.

9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

1. Акустооптические модуляторы.
2. Акустооптические частотомеры.
3. Акустооптические анализаторы спектра.
4. Акустооптические устройства обработки сложных сигналов.
5. Согласованные фильтры.
6. Фазокодированные преобразователи. Устройства формирования и обработки фазо-кодо-манипулированных сигналов.
7. Нелинейная обработка сигналов. Пьезоэлектрические конвольверы.
8. Многополосковые ответвители. Мультиплексоры на ПАВ.
9. Рентгеновская литография.
10. Химическое травление.
11. Плазменное травление.
12. Легирование.
13. Травление ионной бомбардировкой.
14. Метод съемного шаблона.
15. Линии задержки (ЛЗ) на ПАВ.
16. Вносимые потери и ложные сигналы.
17. Полоса пропускания ЛЗ. Температурная стабильность. Динамический диапазон.
18. Резонаторы.
19. Генераторы на ПАВ. Стабильность генераторов.
20. Полосовые фильтры.
21. Фильтры линейно-частотно-модулированных (ЛЧМ) сигналов.
22. Акустоэлектронные частотомеры.

9.3. Темы лабораторных работ

1. Исследование линий задержки на ПАВ
2. Исследование полосового фильтра на ПАВ
3. Исследование акустооптического модулятора.
4. Исследование планарного акустооптического модулятора

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные 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
3 семестр				
Опрос на занятиях	5	5	10	20
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Реферат	5	5	10	20
Итого максимум за период	20	20	30	70
Экзамен				30

Согласована на портале № 21328

Нарастающим итогом	20	40	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)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Акустоэлектронные приборы и устройства: Учебное пособие / Серебренников Л. Я., Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2012. 70 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2851, дата обращения: 05.06.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Оптические и акустооптические системы обработки информации: Учебное пособие / Башкиров А. И. - 2012. 100 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1819, дата обращения: 05.06.2017.

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование линий задержки на ПАВ: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2013. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2856, дата обращения: 05.06.2017.
2. Акустоэлектронные приборы и устройства: Методические указания по самостоятельной работе / Серебренников Л. Я., Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2012. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2853, дата обращения: 05.06.2017.
3. Исследование полосового фильтра на ПАВ: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2013. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2857, дата обращения: 05.06.2017.
4. Исследование акустооптического модулятора: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2013. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа:

Согласована на портале № 21328

https://edu.tusur.ru/publications/2858, дата обращения: 05.06.2017.

5. Интегральная оптоэлектроника: Методические указания к лабораторной работе / Башкиров А. И., Буримов Н. И., Литвинов Р. В., Саликаев Ю. Р. - 2013. 39 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2971, дата обращения: 05.06.2017.

6. Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства: Методические указания к практическим занятиям / Мягков А. С. - 2012. 53 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2495, дата обращения: 05.06.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Scopus, Web of Science

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, имеющая 30 посадочных мест , оборудованная доской и стандартной учебной мебелью (ауд. 237 корпус ФЭТ). Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 5 этаж, ауд. 511. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -9 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательские лаборатории, расположенные по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 111, 101, 008. Состав оборудования: учебная мебель, лабораторные стенды, необходимый парк измерительных приборов, компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 5 этаж, ауд. 511. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 9 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Согласована на портале № 21328

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Согласована на портале № 21328

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 21328

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

Проектирование и технология электронной компонентной базы

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Проектирование и технология микро- и наноэлектронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

Разработчик:
- доцент каф. ЭП Н. И. Буримов

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21328

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
ОК-2	способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	Должен знать методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств; Должен уметь разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники; разрабатывать технологические маршруты их изготовления, применять новейшие технологические и конструкционные материалы; Должен владеть методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и наноэлектроники; методами математического моделирования технологических процессов с целью их оптимизации;
ОПК-1	способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	
ПК-3	готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	
ПК-9	способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	
ПК-10	способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	
ПК-11	способностью проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	
ПК-12	способностью разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники	
ПК-13	готовностью обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов	
ПК-14	готовностью осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах

Согласована на портале № 21328

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 ОК-2

ОК-2: способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом.

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	основные классы оптических материалов; принципы разработки новых оптических материалов	использовать на практике умения проведения работ по исследованию оптических свойств твердых тел	навыками организации исследовательских и проектных работ, связанных с изучением оптических свойств твердых тел
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат;

Согласована на портале № 21328

	• Реферат; • Экзамен;	• Реферат; • Экзамен;	• 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)	• знает основные классы оптических материалов; принципы разработки новых оптических материалов для использования на практике в организации исследовательских и проектных работ. Предлагает метод и план решения задачи.;	• умеет использовать на практике современные и разрабатывать новые методики в организации исследовательских работ по изучению оптических свойств твердых тел. ;	• самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимое оборудование. Владеет разными способами представления результатов в графической, математической форме, в форме физических моделей. ;
Хорошо (базовый уровень)	• знает основные классы оптических материалов для использования на практике в организации исследовательских и проектных работ, аргументирует выбор метода решения задачи, составляет план решения и графически иллюстрирует задачу. ;	• умеет использовать на практике умения в организации исследовательских работ по изучению оптических свойств твердых тел. ;	• самостоятельно работает на исследовательских установках. Может интерпретировать и иллюстрировать полученные экспериментальные и теоретические результаты. ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• знает свойства известных оптических материалов и основные способы их использования на практике в организации исследовательских и проектных работ;	• умеет пользоваться стандартными методиками в организации исследовательских работ по изучению оптических свойств твердых тел. ;	• правильно использует приборы, указанные в описании лабораторной работы, понимает терминологию и сущность процессов. ;

2.2 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения.

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	знать основной круг проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности, и основные способы (методы, алгоритмы) их решения	находить (выбирать) наиболее эффективные (методы) решения основных типов проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности	знанием методов и средств решения проблем, возникающих при разработке новых материалов и технологий производства электронных систем на их основе.

Согласована на портале № 21328

Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • 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 (высокий уровень)	• обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости ;	• свободно применяет методы решения проблем в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения ;	• навыками решения основных проблем в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;
Хорошо (базовый уровень)	• основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (один или несколько методов) ;	• решать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (несколько методов) ;	• навыками решения основных проблем в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (несколько методов) ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• знает принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области. ;	• решать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (один метод) ;	• навыками решения основных проблем в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (один метод) ;

2.3 Компетенция ПК-3

ПК-3: готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание эта-	Принципы планирования	Применять эксперимен-	Современными метода-

Согласована на портале № 21328

пов	и методы автоматизации экспериментальных исследований электронных приборов, устройств и их компонентов на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	тальные методы для решения типовых задач профессиональной области с доведением решения до практически приемлемого результата; проводить необходимые расчеты	ми исследования с целью математического и имитационного моделирования процессов и объектов электроники и наноэлектроники на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Принципы планирования и методы автоматизации экспериментальных исследований электронных приборов, устройств и их компонентов на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени;	• Применять экспериментальные методы для решения типовых задач профессиональной области с доведением решения до практически приемлемого результата; проводить необходимые расчеты.;	• Современными методами исследования с целью математического и имитационного моделирования процессов и объектов электроники и наноэлектроники на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования;
Хорошо (базовый	• Основные принципы	• Применять экспери-	• Современными мето-

Согласована на портале № 21328

уровень)	планирования и методы автоматизации экспериментальных исследований электронных приборов, устройств и их компонентов.;	ментальные методы для решения типовых задач профессиональной области с доведением решения до практически приемлемого результата.;	дами исследования с целью математического и имитационного моделирования процессов и объектов электроники и наноэлектроники.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Основные принципы планирования экспериментальных исследований электронных приборов, устройств и их компонентов.;	• Применять экспериментальные методы для решения типовых задач профессиональной области.;	• Методами исследования с целью математического моделирования процессов и объектов электроники и наноэлектроники.;

2.4 Компетенция ПК-9

ПК-9: способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	нормативные требования к технологии приборов квантовой и оптической технологии; приемы как разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими требованиями	разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с нормативными требованиями технологии приборов квантовой и оптической технологии	приемами разработки проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями технологии приборов квантовой и оптической технологии
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Согласована на портале № 21328

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• разрабатывает проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями, используя достижения науки и техники ;	• умеет разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями и достижениями науки и техники ;	• способен разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями, использует достижения науки и техники ;
Хорошо (базовый уровень)	• разрабатывает проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями;	• умеет разрабатывать типовую проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями ;	• способен разрабатывать типовую проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• обладает общими базовыми знаниями в данной области;	• обладает основными умениями для решения профессиональных задач ;	• работает под наблюдением ;

2.5 Компетенция ПК-10

ПК-10: способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	этапы проведения системного анализа в области технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники, выявления списка требований	проводить системный анализ в области технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники, формировать список требований.	навыками проведения системного анализа в области технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники, формирования списка требований, оценки технического задания.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 21328

	• Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;	
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 12.

Таблица 12 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• этапы проведения системного анализа в области технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники, знает методы формирования списка требований, знает методы построения критериев сравнения и оценивания технического задания;	• проводить основные этапы системного анализа. Умеет записать список требований и критериев для сравнения, умеет оформить и оценить техническое задание ;	• навыками проведение системного анализа и формирования списка требований, владеет навыками создания технического задания и методов его оценивания ;
Хорошо (базовый уровень)	• этапы проведения системного анализа в области технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники, Знаком с методами формирования списка требований, знаком с методами построения критериев сравнения и оценивания технического задания;	• сформулировать и оценить список требований, Умеет записать техническое задание ;	• навыками получения списка требований, оформления технического задания и способов его оценивания ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• знаком с методами формирования списка требований, знает методы построения критериев сравнения и оценивания технического задания ;	• записать основные элементы технического задания и провести его оценку;	• навыками оформления технического задания ;

2.6 Компетенция ПК-11

ПК-11: способностью проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 13.

Согласована на портале № 21328

Таблица 13 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	этапы проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники; автоматизированные программные системы проектирования процессов производства материалов и изделий электронной техники; структуру и методы оценивания проекта в области технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники	проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники; использовать автоматизированные программные системы проектирования процессов производства материалов и изделий электронной техники; проводить оценивания проекта в области технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники	навыками использования автоматизированных систем проектирования в области проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 14.

Таблица 14 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• этапы проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники. Знает одну из возможных автоматизированных систем проектирования процессов производства материалов и	• Умеет проводить проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники и использовать одну из автоматизированных систем проектирования процессов производства	• свободно владеет навыками использования автоматизированных систем проектирования в области проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.;

Согласована на портале № 21328

	изделий электронной техники. Знает структуру и методы оценивания проекта в области технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники ;	материалов и изделий электронной техники. Умеет проводить оценивание проекта в области технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники ;	
Хорошо (базовый уровень)	• Знает основные этапы проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники. Знаком с автоматизированной системой проектирования процессов производства материалов и изделий электронной техники. Знает структуру и методы оценивания проекта в области технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники ;	• Умеет проводить основные проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники и использует автоматизированную систему проектирования процессов производства материалов и изделий электронной техники. Умеет проводить оценивание проекта в области технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники ;	• Владеет основными навыками использования автоматизированных систем проектирования в области проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает некоторые этапы проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники. Знаком с автоматизированной системой проектирования процессов производства материалов и изделий электронной техники. Знаком со структурой и методами оценивания проекта в области технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники;	• меет проводить отдельные этапы проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники и Знаком с основами автоматизированных систем проектирования процессов производства материалов и изделий электронной техники. Знаком с оцениванием проекта в области технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники;	• Владеет отдельными навыками использования автоматизированных систем проектирования в области проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.;

2.7 Компетенция ПК-12

ПК-12: способностью разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 15.

Согласована на портале № 21328

Таблица 15 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Современные методы разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники, включая пакеты прикладных программ.	Применять современные методы разработки и пакеты прикладных программ для создания технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.	современными методами и алгоритмами разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 16.

Таблица 16 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Современные методы разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники, включая пакеты прикладных программ.;	• Применять современные методы разработки и пакеты прикладных программ для создания технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.;	• Современными методами и алгоритмами разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.;
Хорошо (базовый уровень)	• Современные методы разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники;	• Применять современные методы разработки для создания технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.;	• Современными методами разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.;

Согласована на портале № 21328

Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Основные методы разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники;	• Разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.;	• Методами разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники;

2.8 Компетенция ПК-13

ПК-13: готовностью обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Критерии, обеспечивающие технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, методы оценки экономической эффективности технологических процессов; методы оптимизации критериев и оценок; особенности технологии производства изделий электронной техники.	Обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов с использованием алгоритмов оптимизации технологических процессов производства изделий электронной техники.	Навыками оценки экономической эффективности технологических процессов производства изделий электронной техники и обеспечения технологичности изделий электронной техники и процессов их изготовления; алгоритмами и методикам автоматизированной разработки оптимальных технологических процессов
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 18.

Таблица 18 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 21328

Отлично (высокий уровень)	• Критерии, обеспечивающие технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, методы оценки экономической эффективности технологических процессов; методы оптимизации критериев и оценок; особенности технологии производства изделий электронной техники.;	• Обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов с использованием алгоритмов оптимизации технологических процессов производства изделий электронной техники.;	• Навыками оценки экономической эффективности технологических процессов производства изделий электронной техники и обеспечения технологичности изделий электронной техники и процессов их изготовления; алгоритмами и методикам автоматизированной разработки оптимальных технологических процессов;
Хорошо (базовый уровень)	• Критерии, обеспечивающие технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, методы оценки экономической эффективности технологических процессов.;	• Обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов.;	• Навыками оценки экономической эффективности технологических процессов производства изделий электронной техники и обеспечения технологичности изделий электронной техники и процессов их изготовления;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Критерии, обеспечивающие технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления.;	• Обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления.;	• Навыками обеспечения технологичности изделий электронной техники и процессов их изготовления;

2.9 Компетенция ПК-14

ПК-14: готовностью осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	методику авторского сопровождения разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства	умеет осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства	современными средствами авторского сопровождения и проектирования конструкций и технологических процессов производства электронных средств
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия;

Согласована на портале № 21328

	• Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 20.

Таблица 20 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	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 заверше- ние задач в иссле- довании, 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;

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 рефератов

- Акустооптические модуляторы.
- Акустооптические частотомеры.
- Акустооптические анализаторы спектра.
- Акустооптические устройства обработки сложных сигналов.
- Согласованные фильтры.
- Фазокодированные преобразователи. Устройства формирования и обработки фазо-кодоманипулированных сигналов.
- Нелинейная обработка сигналов. Пьезоэлектрические конвольверы.

Согласована на портале № 21328

– Многополосковые ответвители. Мультиплексоры на ПАВ.
– Рентгеновская литография.
– Химическое травление.
– Плазменное травление.
– Легирование.
– Травление ионной бомбардировкой.
– Метод съемного шаблона.
– Линии задержки (ЛЗ) на ПАВ.
– Вносимые потери и ложные сигналы.
– Полоса пропускания ЛЗ. Температурная стабильность. Динамический диапазон.
– Резонаторы.
– Генераторы на ПАВ. Стабильность генераторов.
– Полосовые фильтры.
– Фильтры линейно-частотно-модулированных (ЛЧМ) сигналов.
– Акустоэлектронные частотомеры.

3.2 Темы опросов на занятиях

– Фазокодированные преобразователи. Устройства формирования и обработки фазо-кодо-манипулированных сигналов.
– Нелинейная обработка сигналов. Пьезоэлектрические конвольверы.
– Многополосковые ответвители. Мультиплексоры на ПАВ.
– Методы обработки подложек и звукопроводов.
– Методы экспонирования рисунков на полимерные пленки.
– Оптическая проекционная печать.
– Электронная проекционная литография.

3.3 Экзаменационные вопросы

– Линии задержки (ЛЗ) на ПАВ.
– Вносимые потери и ложные сигналы. Полоса пропускания ЛЗ. Температурная стабильность. Динамический диапазон.
– Резонаторы на ПАВ.
– Генераторы на ПАВ. Стабильность генераторов.
– Полосовые фильтры на ПАВ.
– Фильтры линейно-частотно-модулированных (ЛЧМ) сигналов.
– Акустоэлектронные частотомеры.
– Фазокодированные преобразователи. Устройства формирования и обработки фазо-кодо-манипулированных сигналов.
– Нелинейная обработка сигналов. Пьезоэлектрические конвольверы.
– Многополосковые ответвители. Мультиплексоры на ПАВ.
– Методы обработки подложек и звукопроводов.
– Методы экспонирования рисунков на полимерные пленки.
– Оптическая проекционная печать.
– Электронная проекционная литография. Рентгеновская литография.
– Химическое травление. Плазменное травление. Травление ионной бомбардировкой.
– Акустооптические модуляторы.
– Акустооптические частотомеры.
– Акустооптические анализаторы спектра.
– Акустооптические устройства обработки сложных сигналов. Согласованные фильтры.

3.4 Темы лабораторных работ

– Исследование акустооптического модулятора.
– Исследование планарного акустооптического модулятора

Согласована на портале № 21328

– Исследование линий задержки на ПАВ
– Исследование полосового фильтра на ПАВ

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. Акустоэлектронные приборы и устройства: Учебное пособие / Серебренников Л. Я., Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2012. 70 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2851, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Оптические и акустооптические системы обработки информации: Учебное пособие / Башкиров А. И. - 2012. 100 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1819, свободный.

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование линий задержки на ПАВ: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2013. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2856, свободный.
2. Акустоэлектронные приборы и устройства: Методические указания по самостоятельной работе / Серебренников Л. Я., Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2012. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2853, свободный.
3. Исследование полосового фильтра на ПАВ: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2013. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2857, свободный.
4. Исследование акустооптического модулятора: Методические указания к лабораторной работе / Буримов Н. И., Шандаров С. М. - 2013. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2858, свободный.
5. Интегральная оптоэлектроника: Методические указания к лабораторной работе / Башкиров А. И., Буримов Н. И., Литвинов Р. В., Саликаев Ю. Р. - 2013. 39 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2971, свободный.
6. Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства: Методические указания к практическим занятиям / Мягков А. С. - 2012. 53 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2495, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Scopus, Web of Science

Согласована на портале № 21328