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

Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
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	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	48	48	часов
5	Из них в интерактивной форме	14	14	часов
6	Самостоятельная работа	60	60	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 9254

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 51 от « 1 » 7 2016 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 2014-10-30 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. ЭП каф. ЭП	_____	Орликов Л. Н.
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	_____	Шандаров С. М.

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

Декан ФЭТ	_____	Воронин А. И.
Заведующий выпускающей каф. ЭП	_____	Шандаров С. М.

Эксперты:

председатель методической комиссии каф. ЭП каф. ЭП	_____	Орликов Л. Н.

Согласована на портале № 9254

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники» является формирование у студента компетенций в области научных основ проектирования и управления сложными технологическими процессами и оборудованием. Будущий выпускник приобретает навыки рационального подхода к расчету и конструированию приборов с учетом требований того или иного технологического процесса

1.2. Задачи дисциплины

– Задачей изучения дисциплины «Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники» является ознакомление студентов с основными теоретическими принципами построения технологических процессов

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники» (ФТД.2) относится к блоку ФТД.2.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Материалы нелинейной оптики и динамической голографии, Научно-исследовательская работа в семестре (рассред.), Процессы лазерной и электронно-ионной обработки.

Последующими дисциплинами являются: .

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники; место и значение электроники в современном мире; тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники; принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет технологий; методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств

– **уметь** предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в профессиональной сфере деятельности; использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности; разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники, разрабатывать технологические маршруты их изготовления;

– **владеть** методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области; практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	48	48
Лекции	18	18

Согласована на портале № 9254

Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	12	12
Из них в интерактивной форме	14	14
Самостоятельная работа (всего)	60	60
Оформление отчетов по лабораторным работам	11	11
Проработка лекционного материала	6	6
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	11	11
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	32	32
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость час	108	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	3.0	3.0

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
1	Процесс получения материалов для приборов квантовой и оптической электроники	2	2	0	4	8	ОПК-1, ПК-10
2	Кинетика технологического процесса. Межфазные взаимодействия в технологических процессах	2	4	0	7	13	ОПК-1, ПК-10
3	Вакуумная технология. Электронно-лучевая, ионно-лучевая и плазменная технология.	2	2	4	9	17	ОПК-1, ПК-10
4	Специальные вопросы технологии изготовления приборов и устройств квантовой и оптической электроники.	4	4	4	10	22	ОПК-1, ПК-10
5	Процесс эпитаксиального выращивания структур для приборов квантовой и оптической электроники	4	2	0	5	11	ОПК-1, ПК-10
6	Сервисное обслуживание установок эпитаксии	4	4	4	25	37	ОПК-1, ПК-10
	Итого	18	18	12	60	108	

Согласована на портале № 9254

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 Процесс получения материалов для приборов квантовой и оптической электроники	Введение. Понятие наноструктур. Квантовые ямы, квантовые точки, нановолокна, нано-проволоки. Фуллерены. Процесс получения одноэлектронного квантового транзистора. Безмасляные вакуумные системы для роста квантоворазмерных наноструктур и их расчет	2	ОПК-1, ПК-10
	Итого	2	
2 Кинетика технологического процесса. Межфазные взаимодействия в технологических процессах	Кинетика синтеза нанослоев. Формирование периодических наноструктур в диэлектрических и полупроводниковых средах с различной размерностью. Диффузионные явления при формировании наноструктур	2	ОПК-1, ПК-10
	Итого	2	
3 Вакуумная технология. Электронно-лучевая, ионно-лучевая и плазменная технология.	Корректирующие вакуумные расчеты. Общие принципы построения электронно-ионных и плазменных источников. Расчет электрофизических параметров технологических процессо	2	ОПК-1, ПК-10
	Итого	2	
4 Специальные вопросы технологии изготовления приборов и устройств квантовой и оптической электроники.	Техника и технология формирования периодических наноструктур в диэлектрических и полупроводниковых средах с различной размерностью. Технология легирования и имплантации примесей. Кинетика синтеза нанослоев. Диффузионные и сорбционные явления при формировании наноструктур.	4	ОПК-1, ПК-10
	Итого	4	
5 Процесс эпитаксиального выращивания структур для приборов квантовой и оптической электроники	Виды эпитаксий, условия и оборудование ее проведения. Газофазная, МОС-гидридная, молекулярно-лучевая эпитаксии. Контроль параметров роста нанослоев	4	ОПК-1, ПК-10
	Итого	4	

Согласована на портале № 9254

6 Сервисное обслуживание установок эпитаксии	Правила устройства электроустановок. Алгоритмы включения и выключения установок. Сервисное обслуживание установок эпитаксии. Электротехнический сервис. Сервис систем обеспечения служебных характеристик	4	ОПК-1, ПК-10
	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 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	Материалы нелинейной оптики и динамической голографии		+		+		
2	Научно-исследовательская работа в семестре (рассред.)	+	+	+	+	+	+
3	Процессы лазерной и электронно-ионной обработки	+	+	+	+		

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-1	+	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест

Согласована на портале № 9254

ПК-10	+	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест

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				
Презентации с использованием слайдов с обсуждением			4	4
Работа в команде		4		4
Решение ситуационных задач	6			6
Итого за семестр:	6	4	4	14
Итого	6	4	4	14

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
3 семестр			
3 Вакуумная технология. Электронно-лучевая, ионно-лучевая и плазменная технология.	Исследование плазмы газового разряда методом двойного зонда	4	ОПК-1, ПК-10
	Итого	4	
4 Специальные вопросы технологии изготовления приборов и устройств квантовой и оптической электроники.	Исследование методов поиска течей в электровакуумных приборах	4	ОПК-1, ПК-10
	Итого	4	
6 Сервисное обслуживание установок эпитаксии	Исследование плазменного источника электронов	4	ОПК-1, ПК-10
	Итого	4	
Итого за семестр		12	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 9254

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Процесс получения материалов для приборов квантовой и оптической электроники	Расчет вакуумных систем для формирования приборов квантовой и оптической электроники	2	ОПК-1, ПК-10
	Итого	2	
2 Кинетика технологического процесса. Межфазные взаимодействия в технологических процессах	Расчет параметров формирования нанослоев (скорости, толщины, массо-переноса).	1	ОПК-1, ПК-10
	Разработка алгоритма работы вакуумного оборудования	1	
	Расчет параметров газофазных реакций, расчет сорбционных и диффузионных процессов	1	
	Составление общей схемы подготовки подложек	1	
	Итого	4	
3 Вакуумная технология. Электронно-лучевая, ионно-лучевая и плазменная технология.	Расчет электрофизических параметров оборудования для формирования и обработки нанослоев	2	ОПК-1, ПК-10
	Итого	2	
4 Специальные вопросы технологии изготовления приборов и устройств квантовой и оптической электроники.	Обсуждение конструкторской части индивидуальных работ	1	ОПК-1, ПК-10
	Расчет параметров технологичности	1	
	Решение задач на литографические и термические процессы	1	
	Решение задач на автоматизацию технологических процессов	1	
	Итого	4	
5 Процесс эпитаксиального выращивания структур для приборов квантовой и оптической электроники	Разработка маршрутной карты для формирования покрытий в вакууме. Разработка операционных карт	2	ОПК-1, ПК-10
	Итого	2	
6 Сервисное обслуживание установок эпитаксии	Конференция по защите индивидуальной работы	4	ОПК-1, ПК-10
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 9254

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Процесс получения материалов для приборов квантовой и оптической электроники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ПК-10	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	4		
2 Кинетика технологического процесса. Межфазные взаимодействия в технологических процессах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ПК-10	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	7		
3 Вакуумная технология. Электронно-лучевая, ионно-лучевая и плазменная технология.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ПК-10	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		

Согласована на портале № 9254

	Итого	9		
4 Специальные вопросы технологии изготовления приборов и устройств квантовой и оптической электроники.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ПК-10	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	10		
5 Процесс эпитаксиального выращивания структур для приборов квантовой и оптической электроники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ПК-10	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
6 Сервисное обслуживание установок эпитаксии	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	19	ОПК-1, ПК-10	Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	25		
Итого за семестр		60		
Итого		60		

Согласована на портале № 9254

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
3 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	4	4	4	12
Конспект самоподготовки	2	2	2	6
Опрос на занятиях	6	6	6	18
Отчет по индивидуальному заданию	10	10	14	34
Отчет по лабораторной работе	6	6	6	18
Тест	4	4	4	12
Итого максимум за период	32	32	36	100
Нарастающим итогом	32	64	100	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	

Согласована на портале № 9254

	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. Технология полупроводниковых материалов [Текст] : учебное пособие / С. Е. Александров, Ф. Ф. Греков. - 2-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2012. - 240 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 11 экз.)

2. Вакуумные и специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники: Учебное пособие для студентов направления «210100.62 – Электроника и наноэлектроника» / Орликов Л. Н. - 2013. 103 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3436, свободный.

12.2. Дополнительная литература

1. Специальные вопросы технологии: учебное пособие / Л. Н. Орликов; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск : ТУСУР, 2007. - 229 с. : ил., табл (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)

2. Молекулярно-лучевая эпитаксия : учебное пособие / Л. Н. Орликов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск : ТУСУР, 2007. - 107 с. : ил., табл. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

3. Процессы микро- и нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Т. И. Данилина [и др.] ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2005. - 316 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 310-313. - ISBN 5-86889-244-5 (наличие в библиотеке ТУСУР - 103 экз.)

4. Задачник по электронным приборам : Учебное пособие для вузов / В. А. Терехов. - 3-е изд., перераб и доп. - СПб. : Лань, 2003. - 276[12] с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 276-277. - ISBN 5-8114-0503-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)

5. Процессы и установки электронно-ионной технологии : учебное пособие для вузов / В. Ф. Попов, Ю. Н. Горин. - М. : Высшая школа, 1988. - 256 с. : ил. - Библиогр.: с. 250-251. - Предм. указ.: с. 252-253. - ISBN 5-06-001480-0. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

6. Физико-химические процессы в технологии РЭА : Учебник для вузов / Владимир Николаевич Черняев. - М. : Высшая школа, 1987. - 375[1] с. : ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 53 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники: Методические указания к практическим занятиям / Орликов Л. Н. - 2012. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2936, свободный.

2. Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники: Методические указания к лабораторной работе / Орликов Л. Н. - 2012. 52 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2935, свободный.

3. Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники: Методические указания к самостоятельной работе / Орликов Л. Н. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2937, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютерный класс, оборудованный компьютерами класса Pentium II и выше, включенный в сеть Internet.

2. Действующие заводские установки 2-го габарита для электрофизических исследований: УВН-2М, УРМ-382, УРМ-387 (БУЛАТ), электронно-лучевая установка А306-05, вакуумные

Согласована на портале № 9254

универсальные посты ВУП-4, течеискатель ПТИ-6.

3. Спектрометр ИПДО1, микроскопы МИМ7, МБС, монохроматор ДМР-4, осциллографы С8-12, С1-57, мост измерительный Р-37.

4. Действующие макеты ионно-электронных источников.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 9254

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

Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

- профессор каф. ЭП каф. ЭП Орликов Л. Н.

Зачет: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 9254

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-1	способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	Должен знать актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники; место и значение электроники в современном мире; тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники; принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет технологий; методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств ; Должен уметь предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в профессиональной сфере деятельности; использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности; разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники, разрабатывать технологические маршруты их изготовления; ; Должен владеть методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области; практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов ;
ПК-10	способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	

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

Согласована на портале № 9254

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-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 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники; место и значение электроники в современном мире; тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектро-ники, а также смежных областей науки и техники; принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет технологий; методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с	предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в профессиональной сфере деятельности; использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, спо-собствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности; разрабатывать физические и	методами расчета пара-метров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области; практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов

Согласована на портале № 9254

	использованием систем авто-матизированного проектирова-ния и компьютерных средств	математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники, уметь разрабатывать техноло-гические маршруты их изго-товления	
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Выступление (доклад) на занятии; • Зачет;

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 тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники; компьютерные сети, Интернет технологии; методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы;	• Обладает практическими умениями в раз-работке и моделировании, уметь разрабатывать технологические маршруты их изготовления;	• Владеет методами расчета параметров и основных характеристик моделей; навыками работы с программными пакетами; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в	• Умеет разрабатывать физические и математические модели	• Владеет навыками моделирования и анализа результатов

Согласована на портале № 9254

	пределах изучаемой дисциплины ;	приборов и устройств электроники и наноэлектроники;	исследований;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы общие понятия ;	• Умеет обрабатывать информацию из Интернета;	• Работает при прямом наблюдении;

2.2 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 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств	Умеет разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники; разрабатывать технологические маршруты их изготовления	Владеть методами расчета параметров и основных характеристик моделей; навыками работы с программными пакетами;
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Выступление (доклад) на занятии; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в

Согласована на портале № 9254

таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает приемы разработки технических заданий на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники;	• Обладает практическими умениями в разработке и моделировании, уметь разрабатывать технологические маршруты изготовления и производства материалов и изделий электронной техники;	• Владеет навыками работы с программными пакетами; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает общие понятия, терминологию в пределах изучаемой дисциплины ;	• Умеет разрабатывать физические и математические модели приборов и явлений;	• Владеет навыками проектирования технологических процессов;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы общие понятия ;	• Умеет обрабатывать информацию из Интернета;	• Разрабатывает технические задания под наблюдением.;

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 Вопросы на самоподготовку

– 1 Методы формирования нанослоев в вакууме 2. Диодные, триодные и тетродные системы для распыления материалов. 3. Системы для формирования пленок и особенности их применения 4. Методы, альтернативные эпитаксии

3.2 Тестовые задания

– Тема 1. Процесс получения материалов для изготовления приборов квантовой и оптической электроники 1. Какой наиболее продуктивный метод сопровождения технологического процесса: 1 - визуально, 2 - по записи последовательности операций на ЭВМ, 3 - на память 2.При изготовлении вакуумного трубопровода токарь рекомендует Вам провести чистку труб изнутри. Вы: 1-скажете- это гениально!, 2- будете согласовывать это действие с начальством, 3- скажете: «и так сойдет». 3. При изготовлении генератора плазмы типа магнетрона Вы: 1 – обсуждаете на техническом совете как лучше сделать; 2 – сразу делаете чертежи и отдаете главному ин-женеру; 3 – моделируете работу устройства и проводите корректировку чертежей. 4.Анод генератора плазмы вместо медного выполнен из латуни. К каким последст-виям это может привести при работе генератора на малом токе и малом напряжении. 1 – распыление цинка из латуни мало и устройство будет работать нормально; 2– автор про-екта должен написать инструкцию с указанием ограничения по току и напряжению; 3- остановить изготовление до появления материала

– Тема 2. Кинетика технологического процесса. Межфазные взаимодействия в технологических процессах 1 При прогреве изделия основное обезгаживание прошло за несколько минут. Какой основной механизм сорбции газа? 1- адсорбция 2- хемосорбция 3-абсорбция. 2 Почему высоковакуумные коммуникации не выполняют из резины? 1 - сжи-маются под действием вакуума, 2 - большое газовыделение и проницаемость для газов, 3 - резина боится паров масел. 3 Сколько категорий разделения помещений по условиям вакуумной гигиены? 4 При травлении кристалла скорость травления вглубь в 5 раз превышает ско-рость травления вдоль поверхности. Каков показатель анизотропии? 1- 5; 2 - 1/5; 3 - 1. 5 Деионизованная вода для очистки изделий – это: 1 - продукт двойной дисци-ляции воды 2 - продукт обработки воды ионообменными смолами,

Согласована на портале № 9254

3 - вода, обработанная в электрическом разряде.

– Тема 3. Вакуумная технология. Электронно-лучевая, ионно-лучевая и плаз-менная технология. 1 Какой предельный вакуум обеспечивают серийные форвакуумные односту-пенчатые насосы? 1 Па, 0,1 Па, 5 Па 2 По мере уменьшения давления в вакуумной системе, начиная с какого вакуу-ма можно измерять давление датчиком ПМИ-2? 1Па, 0,1 Па, 10 Па. 3 На каком минимальном давлении механический форвакуумный насос обеспечивает максимальную производительность? 1Па; 0,1 Па; 100 Па. 4 Какое назначение регулятора напряжения нагревателя диффузионного насоса в гелиевом течеискателе? 1 - для регулировки напряжения нагрева 2 - для уменьшения времени выхода на режим 3 - для повышения чувствительности. 5 Какое назначение газобалластного устройства? 1 - для регулировки давления на входе вакуумнасоса, 2 - для улучшения откачки конденсирующихся газов, 3 - для уменьшения шума при работе вакуумнасоса

– Тема 4. Специальные вопросы технологии изготовления приборов и устройств квантовой и оптической электроники. 1. На кристалл ниобата лития наносится пленка алюминия без требований по адге-зии. Какой метод формирования пленки предпочтительнее: 1 – термическое испарение в вакууме, 2 – формирование с помощью магнетрона, 3 – электродуговое формирование 2. Какое основное преимущество имеет молекулярно-лучевая эпитаксия по сравнению с другими видами эпитаксий: 1 – отслеживание каждого слоя гетероструктуры, 2 – большая скорость роста, 3 – экологически чистое производство 3. Возле камеры перед модулем загрузки и выгрузки подложек расположен блок дополнительной очистки воздуха. Это делается для:1 – соблюдения вакуумной гигиены, 2 – для обеспечения комфортных условий персоналу, 3 – блок используется как стериль-ный склад. 4. В момент испарения навески производится испарение газопоглотителя для уменьшения давления. Как изменится состав пленки: 1 – не изменится, 2 – количество газа в пленке уменьшится, 3 – количество газа в пленке увеличится 5. Какое назначение подслоя перед формированием пленки: 1 – для увеличения ад-гезии, 2 – для уменьшения газовыделений, 3 – для декоративных целей

– Тема 5. Процесс эпитаксиального выращивания структур для приборов кван-товой и оптической электроники 1. Эпитаксиальные пленки – это пленки имеющие 1 – сопротивление больше 20 Ом/□, 2 – меньше 20 Ом/□, 3 – около 100 Ом/□□ 2. Один из компонентов для формирования эпитаксиальных пленок триметилин-дий [In(CH3)3]. Это:1 – МОС- гидридная эпитаксия, 2 – молекулярно-лучевая, 3 – эпи-таксия из расплава солей 3. Формирование эпитаксиальной пленки происходит по схеме: миграция атомов □ двумерная жидкость□ кристаллизация. Это механизм формирования пленки: 1– по Н.Н. Семенову, 2 –по Френкелю, 3 – по Кнудсену. 4. Дифрактометрия при энергии электронов до 1,5 кэВ: это 1 – метод анализа химического состава, 2 – метод анализа формы растущих кристаллов, 3 – метод определения показателя преломления

– 1. Деталь представлена 6-ю проекциями, вместо 3 по аналогу. Вероятно: 1- деталь нетехнологична, 2 – увеличение проекций сделано для упрощения при изготовлении, 3 – деталь технологична 2. Изделие изготавливается токарным способом из композитного материала с консолью. Изготовление: 1– технологично, 2 – нетехнологично, 3 – требует новую траекто-рию процесса 3. Установка мощностью несколько киловатт устанавливается вплотную к стене. Установка расположена 1- правильно, 2 – неправильно, 3 – правильно с незначительными нарушениями 4. Включили нагрев высоковакуумного диффузионного насоса, не включив откачку на его выходе. После 40 минут работы нет высокого вакуума. Меры по реанимации режима: 1- переборка насоса, 2- быстро включить форвакуумный насос; 3- выключит нагрев насоса

3.3 Темы индивидуальных заданий

– Задание обобщает теоретический материал и предполагает творчество в разработке технологии производства приборов квантовой и оптической электроники Возможными темами могут быть следующие задания. 1. Разработать процесс синтеза фуллеренов 2. Разработать процесс формирования просветляющего покрытия (Cu/MgF2/LiNbO3) 3. Разработать процесс синтеза нанослоя Pb для оптического волновода на стекле 4. Разработать процесс синтеза нанослоя окиси цинка для оптического волновода 5. Разработать процесс ионного травления нанослоя MgF2 6. Разработать процесс легирования поверхности ниобата лития железом 7. Разработать процесс изготовления диффузионного волновода на окиси титана 8. Разработать процесс получения эпитаксиальных пленок алюминия 9. Разработать процесс получения эпитаксиальных пленок

Согласована на портале № 9254

арсенида галлия 10. Разработать процесс формирования зеркала с внешним отражающим слоем для оптических исследований

3.4 Темы опросов на занятиях

– 1. Схемы безмасляных вакуумных систем для нанотехнологий 2. Приведите алгоритм расчета параметров напыления. 3. Расчет параметров ионного травления? 4. Расчет электрофизических параметров технологических систем 5. Расчет безмасляных вакуумных систем для изготовления приборов квантовой и оптической электроники 6. Электрофизический расчет по теме самостоятельного задания 7. Маршрутные и операционные карты технологических процессов 8. Защита индивидуальных заданий

3.5 Темы докладов

– 1. Разработка процесса синтеза фуллеренов 2. Разработка процесса формирования просветляющего покрытия (Cu/MgF2/LiNbO3) 3. Разработка процесса синтеза нанослоя Pb для оптического волновода на стекле 4. Разработка процесса синтеза нанослоя окиси цинка для оптического волновода 5. Разработка процесса ионного травления нанослоя MgF2 6. Разработка процесса легирования поверхности ниобата лития железом 7. Разработка процесса изготовления диффузионного волновода на окиси титана 8. Разработка процесса получения эпитаксиальных пленок алюминия 9. Разработка процесса получения эпитаксиальных пленок арсенида галлия 10. Разработка процесса формирования зеркала с внешним отражающим слоем для оптических исследований

3.6 Темы лабораторных работ

– Исследование плазмы газового разряда методом двойного зонда
– Исследование методов поиска течей в электровакуумных приборах
– Исследование плазменного источника электронов

3.7 Зачёт

– 1. Какие специфические требования предъявляются к материалам квантовой и оптической электроники? 2. Квантовая точка, параметры и методы получения 3. Квантовые ямы, параметры и методы получения 4. Нанотрубки и устройства на их основе 5. Фуллерены, свойства и методы их получения 6. Поясните диаграмму Рауля для сплавов 7. Объясните диаграмму равновесия 8. Понятие энтропии 9. Какова связь между теплотой и энтропией? 10. Что такое энтальпия? 11. Какова связь энтропии и энтальпии 12. Какие особенности обработки диэлектриков электронными и ионными пучками? 13. Как строится программное управление в размерной обработке? 14. Обоснуйте режимы электронно-лучевой сварки 15. Как производится травление кристаллов?

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. Технология полупроводниковых материалов [Текст] : учебное пособие / С. Е. Александров, Ф. Ф. Греков. - 2-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2012. - 240 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 11 экз.)

2. Вакуумные и специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники: Учебное пособие для студентов направления «210100.62 – Электроника и наноэлектроника» / Орликов Л. Н. - 2013. 103 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3436, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Специальные вопросы технологии: учебное пособие / Л. Н. Орликов; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск : ТУСУР, 2007. - 229 с. : ил., табл

Согласована на портале № 9254

(наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)

2. Молекулярно-лучевая эпитаксия : учебное пособие / Л. Н. Орликов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск : ТУСУР, 2007. - 107 с. : ил., табл. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

3. Процессы микро- и нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Т. И. Данилина [и др.] ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2005. - 316 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 310-313. - ISBN 5-86889-244-5 (наличие в библиотеке ТУСУР - 103 экз.)

4. Задачник по электронным приборам : Учебное пособие для вузов / В. А. Терехов. - 3-е изд., перераб и доп. - СПб. : Лань, 2003. - 276[12] с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 276-277. - ISBN 5-8114-0503-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)

5. Процессы и установки электронно-ионной технологии : учебное пособие для вузов / В. Ф. Попов, Ю. Н. Горин. - М. : Высшая школа, 1988. - 256 с. : ил. - Библиогр.: с. 250-251. - Предм. указ.: с. 252-253. - ISBN 5-06-001480-0. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

6. Физико-химические процессы в технологии РЭА : Учебник для вузов / Владимир Николаевич Черняев. - М. : Высшая школа, 1987. - 375[1] с. : ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 53 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники: Методические указания к практическим занятиям / Орликов Л. Н. - 2012. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2936, свободный.

2. Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники: Методические указания к лабораторной работе / Орликов Л. Н. - 2012. 52 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2935, свободный.

3. Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники: Методические указания к самостоятельной работе / Орликов Л. Н. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2937, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

Согласована на портале № 9254