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 фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **Фотоника волноводных, нелинейных и периодических структур**
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 работы	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 № 17409

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) 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

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

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

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

Эксперты:

председатель методической комиссии каф. ЭП	_____	Л. Н. Орликов
доцент каф. ЭП	_____	А. И. Аксенов

Согласована на портале № 17409

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Специальные вопросы технологии приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики» является необходимость овладения студентами научными основами технологического проектирования и управления технологическими процессами и оборудованием. Изучение дисциплины также определяется тем, что в процессе освоения дисциплины будущий магистр приобретает навыки рационального подхода к расчету и конструированию приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики с учетом требований того или иного технологического процесса изготовления деталей, узлов и приборов.

1.2. Задачи дисциплины

– построение алгоритмов, формализованных и математических моделей процессов и их автоматизация;

– в результате изучения дисциплины студенты должны приобрести навыки проектирования и эксплуатации технологического оборудования, умение проводить научные исследования и эксперименты, обрабатывать и анализировать полученные результаты.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Специальные вопросы технологии приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики» (ФТД.2) относится к блоку ФТД.2.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Лазерные и электронно-ионные технологии фотоники, Математические методы компьютерных технологий в научных исследованиях, Материалы нелинейной оптики и динамической голографии.

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа (рассред.).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки;

– ПК-8 способностью разрабатывать фотонное устройство на основе элементной базы, выбирать необходимое оборудование и способ контроля параметров устройства;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** элементную базу, системы, методы материалы и технологии интегральной, волоконной и градиентной оптики, устройства на основе когерентной оптики и голографии

– **уметь** проводить компьютерное математическое моделирования и оптимизацию объектов фотоники и оптоинформатики; осуществлять наладку, постройку и опытную проверку отдельных видов фотоники и оптоинформатики в лабораторных условиях и на объектах

– **владеть** навыками оформления отчетов и статей на базе современных требований; разработки технических заданий и технологии производства приборов фотоники, голографии и волоконной оптики.

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
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	12	12

Согласована на портале № 17409

Из них в интерактивной форме	14	14
Самостоятельная работа (всего)	60	60
Выполнение индивидуальных заданий	22	22
Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12
Проработка лекционного материала	8	8
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	18
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость ч	108	108
Зачетные Единицы	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
3 семестр						
1 Процесс получения материалов для электронных приборов	2	2	0	3	7	ОПК-1, ПК-8
2 Кинетика технологического процесса	2	2	4	13	21	ОПК-1, ПК-8
3 Межфазные взаимодействия в технологических процессах	2	2	0	3	7	ОПК-1, ПК-8
4 Вакуумная технология	2	3	4	14	23	ОПК-1, ПК-8
5 Электронно- лучевая, ионно-лучевая и плазменная технология.	2	3	4	14	23	ОПК-1, ПК-8
6 Специальные вопросы технологии изготовления приборов и устройств	2	3	0	4	9	ОПК-1, ПК-8
7 Процесс эпитаксиального выращивания структур для приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики	4	3	0	8	15	ОПК-1, ПК-8
8 Сервисное обслуживание установки молекулярно-лучевой эпитаксии	2	0	0	1	3	ОПК-1, ПК-8
Итого за семестр	18	18	12	60	108	
Итого	18	18	12	60	108	

Согласована на портале № 17409

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 электронных приборов	Материалы для приборов электронной техники,фотоники, голографии, интегральной и волоконнойоптики. Технология получения кристаллов. Материалыоптоэлектроники, материалы для элементов наповерхностных акустических волнах. Материалы дляволноводов. Получение наноматериалов. Типовыетехнологические процессы в технологии приборовфотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики	2	ОПК-1, ПК-8
	Итого	2	
2 Кинетика технологического процесса	Уравнения состояния процесса. Математическоемоделирование процессов. Кинетическое уравнениепроцесса откачки. Кинетика термического испарениематериалов в вакууме. Кинетика формирования пленок наподложке. Диффузионные и сорбционные явления	2	ОПК-1, ПК-8
	Итого	2	
3 Межфазные взаимодействия в технологических процессах	Межфазное равновесие процессов. Теплота, внутренняяэнергия, энтальпия, энтропия. Фазовая диаграмма.-Формирование высококачественных пленок. Кинетикапроцесса молекулярно-лучевой эпитаксии. Теорияформирования пленок по Френкелю и по Семенову.Кинетика наноразмерных структур.	2	ОПК-1, ПК-8
	Итого	2	
4 Вакуумная технология	Расчет вакуумных систем. Согласование откачныхсредств. Измерение вакуума. Рекомендации по поискунегерметичности вакуумных систем. Тенденции развитиявакуумной техники.	2	ОПК-1, ПК-8
	Итого	2	
5 Электронно- лучевая, ионно-лучевая и плазменная технология.	Электронные источники для технологии. Расчетмощности электронного источника. Рекомендации поприменению	2	ОПК-1, ПК-8

Согласована на портале № 17409

	электронно-лучевых технологий-.Ионно-лучевая технология. Параметры ионныхисточников. Некоторые схемы ионных источников.Системы и механизмы ионного травления материалов.Плазменная технология.		
	Итого	2	
6 Специальные вопросы технологии изготовления приборов и устройств	Технология приборов квантовой электроники.Технология приборов фотоники и оптоэлектронныхэлементов. Технология формирования акустоэлектронныхэлементов, технология изготовления волноводов	2	ОПК-1, ПК-8
	Итого	2	
7 Процесс эпитаксиального выращивания структур для приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики	Понятие эпитаксии, виды эпитаксий. Кинетика процессамолекулярно-лучевой эпитаксии. Методы анализаэпитаксиальных структур. Установки для молекулярно-лучевой эпитаксии. Процессорное управлениеустановками эпитаксии. Вакуумная гигиена.	4	ОПК-1, ПК-8
	Итого	4	
8 Сервисное обслуживание установки молекулярно-лучевой эпитаксии	Методика анализа поверхности методом дифрактометрии.Специальные вопросы технологии молекулярно-лучевойэпитаксии. Контроль качества эпитаксиальных слоев.	2	ОПК-1, ПК-8
	Итого	2	
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	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины								
1 Лазерные и электронно-ионные технологии фотоники					+		+	+
2 Математические методы компьютерных технологий в научных исследованиях		+	+	+				
3 Материалы нелинейной оптики и динамической голографии	+	+	+			+	+	+
Последующие дисциплины								

Согласована на портале № 17409

1 Научно-исследовательская работа (рассред.)	+	+	+	+	+	+	+	+

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 работы	Самостоятельная работа	
ОПК-1	+	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-8	+	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, 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				
Решение ситуационных задач	6			6
Работа в команде		4		4
Презентации с использованием слайдов с обсуждением			4	4
Итого за семестр:	6	4	4	14
Итого	6	4	4	14

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 17409

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
2 Кинетика технологического процесса	Измерение параметров вакуумной системы на ЭВМ вреальном режиме времени	4	ОПК-1, ПК-8
	Итого	4	
4 Вакуумная технология	Моделирование условий формирования окисныхпленок легкоплавких металлов	4	ОПК-1, ПК-8
	Итого	4	
5 Электронно- лучевая, ионно-лучевая и плазменная технология.	Сервисное обслуживание вакуумной установки УВН 2М-1	4	ОПК-1, ПК-8
	Итого	4	
Итого за семестр		12	

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			
1 Процесс получения материалов для электронных приборов	Типовые технологические процессы в технологии приборовфотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики	2	ОПК-1, ПК-8
	Итого	2	
2 Кинетика технологического процесса	Математическое моделирование кинетики технологическихпроцессов	2	ОПК-1, ПК-8
	Итого	2	
3 Межфазные взаимодействия в технологических процессах	Решение задач на формирование пленок	2	ОПК-1, ПК-8
	Итого	2	
4 Вакуумная технология	Вакуумная технология (расчет вакуумных систем, согласование откачных средств)	3	ОПК-1, ПК-8
	Итого	3	
5 Электронно- лучевая, ионно-лучевая и плазменная технология.	Расчет электрофизических параметров источников	3	ОПК-1, ПК-8

Согласована на портале № 17409

	Итого	3	
6 Специальные вопросы технологии изготовления приборов и устройств	Технология формирования акустоэлектронных элементов,технология изготовления волноводов	3	ОПК-1, ПК-8
	Итого	3	
7 Процесс эпитаксиального выращивания структур для приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики	Защита индивидуальной работы (конференция)	3	ОПК-1, ПК-8
	Итого	3	
Итого за семестр		18	

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 Процесс получения материалов для электронных приборов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ПК-8	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
2 Кинетика технологического процесса	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ПК-8	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Выполнение индивидуальных заданий	6		
	Итого	13		
3 Межфазные взаимодействия в технологических процессах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ПК-8	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
4 Вакуумная технология	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-1, ПК-8	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуаль-

Согласована на портале № 17409

	Проработка лекционного материала	1		ному заданию, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Выполнение индивидуальных заданий	6		
	Итого	14		
5 Электронно- лучевая, ионно-лучевая и плазменная технология.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-1, ПК-8	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Выполнение индивидуальных заданий	6		
	Итого	14		
6 Специальные вопросы технологии изготовления приборов и устройств	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-1, ПК-8	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	4		
7 Процесс эпитаксиального выращивания структур для приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-1, ПК-8	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию
	Проработка лекционного материала	1		
	Выполнение индивидуальных заданий	4		
	Итого	8		
8 Сервисное обслуживание установки молекулярно-лучевой эпитаксии	Проработка лекционного материала	1	ОПК-1, ПК-8	Конспект самоподготовки
	Итого	1		
Итого за семестр		60		
Итого		60		

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	Всего за семестр

Согласована на портале № 17409

			конец семестра	
3 семестр				
Конспект самоподготовки	3	3	3	9
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по индивидуальному заданию			15	15
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Тест	10	10	11	31
Итого максимум за период	28	28	44	100
Нарастающим итогом	28	56	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	
	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:

Согласована на портале № 17409

https://edu.tusur.ru/publications/3436, дата обращения: 20.03.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. 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.)

2. 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.)

3. 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.)

4. 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.)

5. 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.)

6. 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.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Специальные вопросы технологии приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики: Методические указания к лабораторным работам / Орликов Л. Н. - 2012. 65 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2941, дата обращения: 20.03.2017.

2. Специальные вопросы технологии приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики: Методические указания к практическим занятиям / Орликов Л. Н. - 2012. 23 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1091, дата обращения: 20.03.2017.

3. Специальные вопросы технологии приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики: Методические указания по самостоятельной работе / Орликов Л. Н. - 2012. 40 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1092, дата обращения: 20.03.2017.

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.

Согласована на портале № 17409

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

1. образовательный портал университета, библиотека университета

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, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. 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, 1 этаж, ауд. 108. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Компьютер класса не ниже ПЭВМ INTEL 1.6 ГГц. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 108. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран – 1 шт.; ПТИ- передвижной течеискатель, УВН-2М- установка вакуумного напыления, ВУП-4/1- вакуумный универсальный пост, ВУП-4/2- вакуумный универсальный пост, УРМ-387- установка магнетронного распыления, Микроскоп МБС, Микроскоп измерительный МИМ-7, Осциллограф ждущий С8-12, Компьютер класса не ниже ПЭВМ INTEL 1.6 ГГц.

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, 74, 1 этаж, ауд. 100. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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.

Согласована на портале № 17409

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.

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:

Согласована на портале № 17409

- 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 № 17409

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 фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **Фотоника волноводных, нелинейных и периодических структур**
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 Л. Н. Орликов

Зачет: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 17409

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
ПК-8	способностью разрабатывать фотонное устройство на основе элементной базы, выбирать необходимое оборудование и способ контроля параметров устройства	Должен знать элементную базу, системы, методы материалы и технологии интегральной, волоконной и градиентной оптики, устройства на основе когерентной оптики и голографии; Должен уметь проводить компьютерное математическое моделирования и оптимизацию объектов фотоники и оптоинформатики; осуществлять наладку, постройку и опытную проверку отдельных видов фотоники и оптоинформатики в лабораторных условиях и на объектах; Должен владеть навыками оформления отчетов и статей на базе современных требований; разработки технических заданий и технологии производства приборов фотоники, голографии и волоконной оптики.;
ОПК-1	способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки	

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

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

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

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-8

ПК-8: способностью разрабатывать фотонное устройство на основе элементной базы, выби-

Согласована на портале № 17409

рать необходимое оборудование и способ контроля параметров устройства.

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	элементную базу фотоники, системы, методы материалы и технологии интегральной, волоконной и градиентной оптики, устройства на основе когерентной оптики и голографии	собирать оптические схемы, проводить компьютерное математическое моделирования и оптимизацию объектов фотоники и оптоинформатики	навыками написания статей на конференции, способен разрабатывать фотонное устройство на основе элементной базы, выбирать необходимое оборудование и способ контроля параметров устройства
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; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • 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)	• элементную базу, системы, методы мате- риалы и технологии интегральной, волоконной и градиентной оптики, устройства на основе когерентной оптики и голографии;	• проводить компьютерное математическое моделирования и оптимизацию объектов фотоники и оптоинформатики; осуществлять наладку, постройку и опытную проверку отдельных видов фотоники и оптоинформати-	• навыками оформления отчетов и статей на базе современных требований; разработки технических заданий и технологии производства приборов фотоники, голографии и волоконной оптики;

Согласована на портале № 17409

		ки в лабораторных условиях и на объектах;	
Хорошо (базовый уровень)	• принципы, процессы, общие понятия в пределах смежных дисциплин;	• осуществлять наладку, постройку и опытную проверку отдельных видов фотоники и оптоинформатики в лабораторных условиях и на объектах;	• навыками оформления отчетов и статей на базе современных требований; разработки технических заданий;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;	• проводить контроль, на ладку, постройку и опытную проверку отдельных видов фотоники под руководством;	• методами копирования информации ;

2.2 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки.

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	элементную базу, системы, методы материалы и технологии интегральной, волоконной и градиентной оптики, устройства на основе когерентной оптики и голографии и волоконной оптики	формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки	навыками оформления отчетов и статей на базе современных требований; разработки технических заданий и технологии производства приборов фотоники, голографии и волоконной оптики
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; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподго-	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподго-	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Зачет;

Согласована на портале № 17409

	товки; • Тест; • Зачет;	товки; • Тест; • Зачет;	

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)	• алгоритмы и технологию проектирования оптических схем;	• проектировать и моделировать оптические схемы;	• творческими способностями при математическом моделировании процессов;
Хорошо (базовый уровень)	• методику проектирования оптического эксперимента;	• решать про- фессиональные задачи в фотонике и голографии;	• методами систематизации информации;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• общие подходы к решению задач;	• работать только под диктовку;	• методами копирования информации;

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. Технические средства анализа поверхности в установках эпитаксии 2. Новые материалы и методы их получения (фуллерены, графен, стеклопластики, композитные материалы. 3. Получение пленок с пьезоэффектом методом имплантации 4. Нейросетевое управление оборудованием. 5. Производство стеклоподобных материалов и кристаллов.

3.2 Тестовые задания

– Тема 1. Процесс получения материалов для электронных приборов 1. Предпочтительные материалы для волноводов 1- с пьезоэффектом, 2-стекло лучше всех, 3-любые материалы 2. Какой темп нагрева кристалла наиболее предпочтителен перед формировани- ем на нем пленки: 1-2K/c, 5 K/c, 10 K/c. 3. Какой метод измерения температуры подложки при формировании сверхре- шеток наиболее точен: 1 – измерение оптических постоянных эллипсометром, 2 – лазер- ный пирометр, 3 – визуальный оптический пирометр с исчезающей нитью. 4. При формировании гетероструктур тигель с мышьяком особой чистоты запол- нен наполовину. Нужно ли корректировать программу темпа нагрева тигля: 1 – нужно, 2 – не нужно 5. Наиболее вероятные источники загрязнений металлических изделий: 1 – меха- нический участок, 2 – участок монтажа, 3 – участок литографии

– Тема 2. Кинетика технологического процесса 1. Абсорбция это: образование твердого раствора при поглощении газа, 2 – это процесс физического притягивания газов к поверхности, 3 – это процесс выделения газа 2. Какой прогрев при обезгаживании керамики наиболее эффективен: 1 – прогрев электронным лучом, 2 – тепловой прогрев, 3 – СВЧ прогрев 3. Изделие очищают от газов отжигом в водороде. Это 1 – окислительный отжиг, 2 – восстановительный, 3 – вакуумный отжиг. 4. Адсорбция это процесс: 1 – экзотермический, 2 – эндотермический, 3 – ней- тральный 5. С какой целью подложка прогревается перед началом формирования пленки: 1 – обезгаживание, 2 – повышение адгезии, 3 – для уменьшения температурных напряжений. 6. Для улучшения равномерности толщины пленки проводят сканирование под- ложки. Как изменится количество газа в пленке: 1 – увеличится, 2 – уменьшится, 3 – не изменится

– Тема 3. Межфазные взаимодействия в технологических процессах 1. Линия «солидус-ликвидус» это: линия перехода твердого состояния в жидкость и обратно, 2 – линия перехода в пар, 3 – линия симметрии фазовой диаграммы. 2. Константа равновесия это: 1– отношение константы

Согласована на портале № 17409

прямой реакции к кон- станте обратной реакции, 2– отношение давления пара металла к давлению в вакуумной камере, 3– константа скорости реакции. 3. Как выглядит простейшее кинетическое уравнение, описывающее процесс кон- денсации пара на подложке: 1 – Атв⥤ А пар, 2 – Апар⥤ Атв, 3 –Атв⥤ Аж⥤ Апар. 4. Какие соединения чаще всего образуются при создании вакуума масляными средствами откачки: 1 – карбиды, 2 – оксиды, 3 – неорганические соединения 5. В каких осях строится диаграмма изобарного потенциала: 1 – X, Y, 2 – T,% веса, 3 – T,% Pi

– Тема 4. Вакуумная технология 1. Какое назначение газобалластного устройства в диффузионном насосе? 1- для откачки трудноудаляемых газов, 2 – для диффузионного насоса устройство не нужно, 3- для увеличения скорости откачки 2. Потокомер отслеживает статическое и динамически изменяющееся давление в вакуумной камере. Это 1-идеальный регулятор, 2-нет 3. При местном тестировании вакуумной системы на герметичность методом пробной жидкости вакуум улучшился. 1 – система герметична, 2 – система негерметична, 3 – система имеет блуждающую течь. 4. Применение вымораживающих ловушек без их охлаждения: 1 – уменьшает количество углеводородов, 2 – не влияет на количество углеводородов, 3 – увеличивает 5. Укажите правильный алгоритм включения вакуумной установки: 1 – все закрыть, включить форвакуумный насос, 2 – включить форвакуумный насос, 3 – все за- крыть, включить форвакуумный и высоковакуумный насос

– Тема 5. Электронно-лучевая, ионно-лучевая и плазменная технология 1. В источник частиц в область термически нагреваемого катода подается газ. При подаче ускоряющего положительного потенциала это: 1 – источник газовых ионов, 2 – источник электронов, 3 – источник нейтральных частиц 2. Источник состоит из холодного алюминиевого катода, полого анода и работает при давлении 1-10 Па. Это: 1 – источник электронов на основе высоковольтного тлеющего разряда, 2 – источник электронов с термокатодом, 3 – источник ионов. 3. После проведения процесса электроннолучевой сварки диэлектрической керами- ки в камере обеспечивается горение тлеющего разряда. Зачем это делается: 1- для снятия заряда и техники безопасности, 2 – для отжига детали, 3 – для плазменной очистки 4. После электронно-лучевого формирования пленки она отжигается с целью: 1 – повышение адгезии, 2 – уменьшение температурных напряжений, 3 – корректировка технологической и истинной толщины.

– Тема 6. Специальные технологические вопросы изготовления приборов квантовой и оптической электроники 1. На кристалл ниобата лития наносится пленка алюминия без требований по адгезии. 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 стерильный 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 адгезии, 2 – для уменьшения газовыделений, 3 – для декоративных целей

– Тема 7. Процесс эпитаксиального выращивания структур для приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики 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 хи- мического состава, 2 – мет

– Тема 8. Сервисное обслуживание установки молекулярно-лучевой эпитаксии 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 кон- солью. Изготовление: 1–

Согласована на портале № 17409

технологично, 2 – нетехнологично, 3 – требует новую траекторию 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

– 1. Металлизация конкретного изделия. 2. Формирование покрытий с конкретными функциональными свойствами на конкретных изделиях. 3. Формирование пленок на плоскостях, трубах или изделиях (внутри или снаружи) 4. Нанесение декоративных покрытий под золото на конкретные изделия; материалы подложек: алюминий, полиэтиленовой пленка, лавсан, винипроз, стекло, керамика и т.д. 5. Ионная обработка материалов (травление, очистка, полировка). 9268 6. Модификация поверхности под действием ионного или электронного воздействия. 7. Разработка программных продуктов и отработка технологии программирования при проведении технологических процессов. 8. Процесс изготовления волновода на ниобате лития. 9. Процесс изготовления волновода на стеклах. 10. Процесс ионного травления ниобата лития. 11. Технология формирования солнечного элемента. 12. Технология формирования окисной пленки титана на танталате висмута, ниобате лития. 13. Процесс легирования и диффузии элементов (железо, медь, свинец, церий и др.) в ниобат лития 14. Технология формирования окисной пленки на пьезокристалле 15. Технология ионного легирования или ионной имплантации в пьезокристаллы. 16. Процесс формирования зеркальных покрытий с внешним отражающим слоем.

3.4 Темы опросов на занятиях

– Материалы для приборов электронной техники, фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики. Технология получения кристаллов. Материалы оптоэлектроники, материалы для элементов на поверхностных акустических волнах. Материалы для волноводов. Получение наноматериалов. Типовые технологические процессы в технологии приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики

– Уравнения состояния процесса. Математическое моделирование процессов. Кинетическое уравнение процесса откачки. Кинетика термического испарения материалов в вакууме. Кинетика формирования пленок на подложке. Диффузионные и сорбционные явления

– Межфазное равновесие процессов. Теплота, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия. Фазовая диаграмма. Формирование высококачественных пленок. Кинетика процесса молекулярно-лучевой эпитаксии. Теория формирования пленок по Френкелю и по Семенову. Кинетика наноразмерных структур.

– Расчет вакуумных систем. Согласование откачных средств. Измерение вакуума. Рекомендации по поиску негерметичности вакуумных систем. Тенденции развития вакуумной техники.

– Электронные источники для технологии. Расчет мощности электронного источника. Рекомендации по применению электронно-лучевых технологий. Ионно-лучевая технология. Параметры ионных источников. Некоторые схемы ионных источников. Системы и механизмы ионного травления материалов. Плазменная технология.

– Технология приборов квантовой электроники. Технология приборов фотоники и оптоэлектронных элементов. Технология формирования акустоэлектронных элементов, технология изготовления волноводов

– Понятие эпитаксии, виды эпитаксий. Кинетика процесса молекулярно-лучевой эпитаксии. Методы анализа эпитаксиальных структур. Установки для молекулярно- лучевой эпитаксии. Процессорное управление установками эпитаксии. Вакуумная гигиена.

– Методика анализа поверхности методом дифрактометрии. Специальные вопросы технологии молекулярно-лучевой эпитаксии. Контроль качества эпитаксиальных слоев.

3.5 Темы лабораторных работ

– Измерение параметров вакуумной системы на ЭВМ в реальном режиме времени
– Моделирование условий формирования окисных пленок легкоплавких металлов
– Сервисное обслуживание вакуумной установки УВН 2М-1

Согласована на портале № 17409

3.6 Зачёт

– 1. Общую схему очистки материалов при формировании приборов оптической электроники и фотоники 2. Способы улучшения стехиометрии и чистоты пленок. 3. Принципы контроля скорости и толщины нанесения пленок 4. Прогнозирование качества пленок в зависимости от метода их получения. 5. Приемы повышения адгезии пленок. 6. Методы анализа пленок на монокристалличность. 7. Технологические приемы улучшения равномерности толщины напыления покрытий. 8. Условия проведения различных эпитаксий 9. Виды литографий, их достоинства и недостатки 10. Механизмы ионного травления и их приоритетность при обработке конкретных материалов. 11. Единую систему допусков, посадок и квалитетов 12. Как проводится электрическая развязка систем охлаждения от высокого напря- жения. 13. Знать методы герметизации электронных приборов 14. Системы пневмоавтоматики для управления процессами 15. Знать методы изоляции элементов интегральных микросхем. Знать порядок раз- мещения элементов микросхем на подложке. 16. Знать пути повышения радиационной стойкости электронных приборов. 17. Знать правила устройства электроустановок с позиций эргономики, технической эстетики и дизайна

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. 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.)

2. 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.)

3. 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.)

4. 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.)

5. 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.)

6. 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.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Специальные вопросы технологии приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики: Методические указания к лабораторным работам / Орликов Л. Н. - 2012. 65 с.

Согласована на портале № 17409

[Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2941, свободный.

2. Специальные вопросы технологии приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики: Методические указания к практическим занятиям / Орликов Л. Н. - 2012. 23 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1091, свободный.

3. Специальные вопросы технологии приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики: Методические указания по самостоятельной работе / Орликов Л. Н. - 2012. 40 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1092, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. образовательный портал университета, библиотека университета

Согласована на портале № 17409