МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА 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) / специализация: **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 2017 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	Самостоятельная работа	24	24	часов
6	Всего (без экзамена)	72	72	часов
7	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е.

Зачет: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 30035

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 66 от «20» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. ЭП _____ Л. Н. Орликов

Заведующий обеспечивающей каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

Эксперты:

Заведующий кафедрой электронных приборов (ЭП) _____ С. М. Шандаров

Доцент кафедры электронных приборов (ЭП) _____ А. И. Аксенов

Согласована на портале № 30035

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: 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 обучающийся 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 2.0 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
Самостоятельная работа (всего)	24	24

Согласована на портале № 30035

Выполнение индивидуальных заданий	6	6
Оформление отчетов по лабораторным работам	3	3
Проработка лекционного материала	8	8
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	7	7
Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость, ч	72	72
Зачетные Единицы	2.0	2.0

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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Процесс получения материалов для электронных приборов	2	2	0	2	6	ОПК-1, ПК-8
2 Кинетика технологического процесса	2	2	4	4	12	ОПК-1, ПК-8
3 Межфазные взаимодействия в технологических процессах	2	2	0	2	6	ОПК-1, ПК-8
4 Вакуумная технология	2	3	4	4	13	ОПК-1, ПК-8
5 Электронно- лучевая, ионно-лучевая и плазменная технология.	2	3	4	5	14	ОПК-1, ПК-8
6 Специальные вопросы технологии изготовления приборов и устройств	2	3	0	2	7	ОПК-1, ПК-8
7 Процесс эпитаксиального выращивания структур для приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики	4	3	0	4	11	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	24	72	
Итого	18	18	12	24	72	

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			

Согласована на портале № 30035

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. Математическое-моделирование процессов. Кинетическое уравнениепроцесса откачки. Кинетика термического испарениятериалов 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 откачных-средств. 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 электронно-лучевых технологий-.Ионно-лучевая технология. Параметры ионныхисточников. Некоторые схемы ионных источников.-Системы и механизмы ионного травления материалов.Плазменная технология.	2	ОПК-1, ПК-8
	Итого	2	
6 Специальные вопросы технологии изготовления приборов и устройств	Технология приборов квантовой электроники.Технология приборов фотоники и оптоэлектронных-элементов. Технология формирования акустоэлектронныхэлементов, технология изготовления волноводов	2	ОПК-1, ПК-8
	Итого	2	
7 Процесс эпитаксиального выращивания структур для приборов фотоники, голографии,	Понятие эпитаксии, виды эпитаксий. Кинетика процессамолекулярно-лучевой эпитаксии. Методы анализаэпитаксиальных структур. Установки для молекулярно-лучевой эпитаксии. Процессорное управлениеустановками эпитаксии. Вакуумная ги-	4	ОПК-1, ПК-8

Согласована на портале № 30035

интегральной и волоконной оптики	гиена.		
	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								
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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест

Согласована на портале № 30035

ПК-8	+	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
2 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 окисных-пленок 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 техно-логическихпроцессов	2	ОПК-1, ПК-8
	Итого	2	
3 Межфазные взаимодействия в технологических	Решение задач на формирование пленок	2	ОПК-1, ПК-8
	Итого	2	

Согласована на портале № 30035

процессах			
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
	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	1	ОПК-1, ПК-8	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
2 Кинетика технологического процесса	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ПК-8	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Выполнение индивидуальных заданий	1		
	Итого	4		
3 Межфазные	Подготовка к практиче-	1	ОПК-1,	Конспект самоподготов-

Согласована на портале № 30035

взаимодействия в технологических процессах	ским занятиям, семинарам		ПК-8	ки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
4 Вакуумная технология	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ПК-8	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Выполнение индивидуальных заданий	1		
	Итого	4		
5 Электронно- лучевая, ионно-лучевая и плазменная технология.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ПК-8	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Выполнение индивидуальных заданий	2		
	Итого	5		
6 Специальные вопросы технологии изготовления приборов и устройств	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ПК-8	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
7 Процесс эпитаксиального выращивания структур для приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ПК-8	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Выполнение индивидуальных заданий	2		
	Итого	4		
8 Сервисное обслуживание установки молекулярно-лучевой эпитаксии	Проработка лекционного материала	1	ОПК-1, ПК-8	Конспект самоподготовки
	Итого	1		
Итого за семестр		24		
Итого		24		

Согласована на портале № 30035

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
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)

Согласована на портале № 30035

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. 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, дата обращения: 08.06.2018.

2. 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.)

3. 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.)

12.2. Дополнительная 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. Задачник по электронным приборам [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Терехов ; рец.: Ю. А. Быстров, К. Д. Овчинников ; худож.: С. Шапиро, А. Лапшин. - 4-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Лань, 2016. - on-line : рис., схемы, табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/76831/#1, дата обращения: 08.06.2018.

3. Физико-химические процессы в технологии РЭА : Учебник для вузов / Владимир Николаевич Черняев. - М. : Высшая школа, 1987. - 375[1] с. : ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 52 экз.)

4. 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.)

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: 08.06.2018.

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: 08.06.2018.

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: 08.06.2018.

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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.

Согласована на портале № 30035

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Режим доступа: http://elibrary.ru
2. «Научно-образовательный портал ТУСУР» [Электронный ресурс]: научно-образовательный портал университета. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/
3. Информационные, справочные и нормативные базы данных: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное 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 демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 108 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Компьютер (2 шт.);
- Принтер HP Laser jet M1132;
- Установка вакуумного напыления УВН-2М;
- Течеискатель ПТИ-7;
- Вакуумный универсальный пост ВУП-4 (2 шт.);
- Установка вакуумного напыления УРМ 387;
- Осциллограф С8-13;
- Осциллограф С1-65А;
- Источник питания Б5-46;
- Прибор комбинированный цифровой Щ4313;
- Вакуумметр ВСБ-1;
- Микроскопы: МБС-10, МИМ-7;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– 7-Zip
– Google Chrome
– Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
– Microsoft Windows
– OpenOffice

Согласована на портале № 30035

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 108 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Компьютер (2 шт.);
- Принтер HP Laser jet M1132;
- Установка вакуумного напыления УВН-2М;
- Течеискатель ПТИ-7;
- Вакуумный универсальный пост ВУП-4 (2 шт.);
- Установка вакуумного напыления УРМ 387;
- Осциллограф С8-13;
- Осциллограф С1-65А;
- Источник питания Б5-46;
- Прибор комбинированный цифровой Щ4313;
- Вакуумметр ВСБ-1;
- Микроскопы: МБС-10, МИМ-7;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- Microsoft Windows
- OpenOffice

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

Согласована на портале № 30035

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

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **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 комфортного просмотра.

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Выявите наиболее приоритетные материалы для цели создания оптических волноводов:

a) стекло;

b) кристалл с пьезоэффектом;

c) кекрамика;

d) прозрачная пластмасса.

2. Выберите наиболее точный метод контроля температуры подложки при формировании сверхрешеток:

a) измерение оптических постоянных эллипсометром;

b) лазерный пирометр;

c) визуальный пирометр с исчезающей нитью;

d) термопара.

3. Выберите приоритетный источник наибольших загрязнений при изготовлении фотонных устройств:

a) участок монтажа микросхем;

b) механический участок;

c) участок литографии;

d) участок вакуумного напыления пленок.

4. Выберите наиболее приоритетный и наиболее эффективный прогрев при обезгаживании керамики:

a) прогрев электронным лучом;

b) тепловой прогрев;

c) СВЧ прогрев;

d) пропусканием электрического тока.

5. Выберите тип отжига для удаления газов из вольфрамового катода при производстве фотонного устройства:

a) окислительный отжиг на воздухе;

b) восстановительный в водороде;

c) отжиг при давлении, меньшем атмосферного;

d) отжиг в камере с аргоном.

6. С какой целью подложка прогревается перед началом формирования пленки:

Согласована на портале № 30035

a) удаление газов из объема подложки;
b) повышение адгезии;
c) для уменьшения температурных напряжений;
d) для повышения равномерности толщины пленки.

7. Критерий оценки межфазового перехода заключается в линии «солидус- ликвидус» это линия…:
a) перехода твердого состояния в жидкость и обратно;
b) перехода вещества в пар;
c) симметрии фазовой диаграммы;
d) перехода пара в жидкость.

8. Выберите наиболее дешевый вариант безмасляного вакуумного оборудования для обеспечения предварительного вакуума при формировании пленки на фотонном устройстве:
a) типовой форвакуумный насос с вымораживающей ловушкой;
b) спиральный форвакуумный насос;
c) турбомолекулярный насос;
d) криогенный насос.

9. водоохлаждаемые масляные ловушки на входе диффузионного насоса применяются для:
a) уменьшения поток паров масел из насоса в камеру;
b) уменьшения попадания посторонних предметов;
c) декоративности;
d) увеличения скорости откачки.

10. Для очистки фотонного устройства на катод подается положительный ускоряющий потенциал, а в область катода подается аргон. Это.. :
a) источник электронов;
b) источник газовых ионов;
c) источник нейтральных частиц;
d) источник газометалических ионов.

11. На кристалл ниобата лития наносится пленка алюминия без требований по адгезии. Какой электрофизический метод формирования пленки предпочтительнее:
a) термическое испарение в вакууме;
b) формирование с помощью магнетрона;
c) электродуговое формирование;
d) катодное распыление.

12. Перед модулем загрузки и выгрузки подложек установки эпитаксии расположен блок подачи чистого воздуха. Это делается для:
a) для обеспечения комфортных условий персоналу;
b) соблюдения вакуумной гигиены;
c) блок используется как стерильный склад;
d) это рабочее место оператора установки.

13. С какой целью наносится подслой перед формированием пленки:
a) для увеличения адгезии;
b) для уменьшения газовыделений;
c) для декоративных целей;
d) для улучшения равномерности наносимого слоя.

14. Один из компонентов для формирования эпитаксиальных пленок триметилиндий [In(CH3)3]. Это.. :
a) молекулярно-лучевая эпитаксия;
b) МОС- гидридная эпитаксия;
c) эпитаксия из расплава солей;
d) газофазная эпитаксия.

15. Чертеж осесимметричной детали для фотонного устройства представлен 6-ю проекциями, вместо 3 по аналогу. Вероятно:
a) деталь нетехнологична;
b) деталь технологична;

Согласована на портале № 30035

c) все сделано для упрощения изготовления;

d) упрощение размерного анализа.

16. В момент испарения навески производится испарение газопоглотителя для:

a) повышения равномерности толщины пленки;

b) уменьшения давления газа в момент испарения;

c) обеспечения подслоя под пленкой;

d) прогрева элементов вакуумной системы.

17. Сформулируйте, ваше предложение по настройке типовой вакуумной установки с масляными средствами откачки для формирования пленки на фотокатоде с относительно минимальным содержанием карбидов и нитридов:

a) использовать вымораживающую ловушку для паров масел;

b) получить сверхвысокий вакуум;

c) заменить форвакуумный насос на безмасляный;

d) ничего не надо делать.

18. Укажите вариант изготовления детали по относительно дешевой прогрессивной технологии:

a) применение современных материалов;

b) изготовление по однократной технологии;

c) изготовление из стандартных элементов;

d) применение робототехники.

19. Выберите приоритетную марку вакуумной установки с целью формирования оптически активных волноводных слоев на кристалле ниобата лития:

a) МИР -2;

b) УРМ 387 (Булат);

c) УВН-2М;

d) ВУП-5.

20. Выберите метод для измерения толщины прозрачной токопроводящей пленки окиси олова:

a) эллипсометр;

b) визуальный микроскоп;

c) резистивный метод;

d) измерение толщины "на просвет".

14.1.2. Темы опросов на занятиях

Типовые технологические процессы в технологии приборов фотоники, голографии, интегральной и волоконной оптики.

Математическое моделирование кинетики технологических процессов.

Решение задач на формирование пленок.

Вакуумная технология (расчет вакуумных систем, согласование откачных средств).

Расчет электрофизических параметров источников.

Технология формирования акустоэлектронных элементов,технология изготовления волноводов.

14.1.3. 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).

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.

Согласована на портале № 30035

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.

14.1.4. 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.

14.1.5. 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

14.1.6. 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 напряжения.
13. Знать методы герметизации электронных приборов
14. Системы пневмоавтоматики для управления процессами
15. Знать методы изоляции элементов интегральных микросхем. Знать порядок размещения элементов микросхем на подложке.
16. Знать пути повышения радиационной стойкости электронных приборов.
17. Знать правила устройства электроустановок с позиций эргономики, технической эстетики и дизайна

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Согласована на портале № 30035

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	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 материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 30035