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
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА 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) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2018 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 № 38736

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) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. ЭП 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:

Доцент кафедры электронных приборов (ЭП)	_____	А. И. Аксенов
Заведующий кафедрой электронных приборов (ЭП)	_____	С. М. Шандаров

Согласована на портале № 38736

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 понимания основных проблем в своей предметной области, а также в выборе методов и средства их решения. Будущий выпускник приобретает способность разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.

1.2. Задачи дисциплины

– задачей изучения дисциплины «Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники» является ознакомление студентов с основными теоретическими принципами решения задач по построению технологических процессов на основе анализа своей предметной области и выбора методов и средств их решения.

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: Материалы нелинейной оптики и динамической голографии, Процессы лазерной и электронно-ионной обработки.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, Преддипломная практика.

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 обучающийся должен:

– **знать** основные проблемы основные проблемы в своей предметной области; тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники; основы Интернет технологий; методы расчета, проектирования, конструирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств;

– **уметь** выбирать и предлагать новые методы и средства решения основных проблем в своей предметной области на основе научных исследований и разработок, разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники; разрабатывать технологические маршруты изготовления изделий электронной техники;

– **владеть** методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области; практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования; навыками разработки технических заданий на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.

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

Согласована на портале № 38736

Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	12	12
Самостоятельная работа (всего)	24	24
Оформление отчетов по лабораторным работам	7	7
Проработка лекционного материала	6	6
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	11	11
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 приборов квантовой и оптической электроники	2	2	0	2	6	ОПК-1, ПК-10
2 Кинетика технологического процесса. Межфазные взаимодействия в технологических процессах	2	4	0	3	9	ОПК-1, ПК-10
3 Вакуумная технология. Электронно-лучевая, ионно-лучевая и плазменная технология.	2	2	4	5	13	ОПК-1, ПК-10
4 Специальные вопросы технологии изготовления приборов и устройств квантовой и оптической электроники.	4	4	4	6	18	ОПК-1, ПК-10
5 Процесс эпитаксиального выращивания структур для приборов квантовой и оптической электроники	4	2	0	3	9	ОПК-1, ПК-10
6 Сервисное обслуживание установок эпитаксии	4	4	4	5	17	ОПК-1, ПК-10
Итого за семестр	18	18	12	24	72	
Итого	18	18	12	24	72	

Согласована на портале № 38736

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	
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	

Согласована на портале № 38736

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
Предшествующие дисциплины						
1 Материалы нелинейной оптики и динамической голографии		+		+		
2 Процессы лазерной и электронно-ионной обработки	+	+	+	+		
Последующие дисциплины						
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+
2 Преддипломная практика	+	+	+	+	+	+

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, Выступление (доклад) на занятии, Тест
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

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 38736

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование 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 (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 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	Расчет электрофизических параметров оборудования для формирования и обработки нанослоев	2	ОПК-1, ПК-10
	Итого	2	

Согласована на портале № 38736

плазменная технология.			
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.

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
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
2 Кинетика технологического процесса. Межфазные взаимодействия в технологических процессах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-1, ПК-10	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
3 Вакуумная технология. Электронно-лучевая,	Подготовка к практическим занятиям, семина-	2	ОПК-1, ПК-10	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях,

Согласована на портале № 38736

ионно-лучевая и плазменная технология.	рам			Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	5		
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
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	6		
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
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
6 Сервисное обслуживание установок эпитаксии	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ПК-10	Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	5		
Итого за семестр		24		
Итого		24		

10. Курсовой проект / курсовая работа

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				
Выступление (доклад) на занятии	4	4	4	12

Согласована на портале № 38736

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	
	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. Вакуумные и специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники [Электронный ресурс]: Учебное пособие для студентов направления «210100.62 – Электроника и наноэлектроника» / Орликов Л. Н. - 2013. 103 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3436 (дата обращения: 10.07.2018).

2. Специальные вопросы технологии приборов оптической электроники [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Л. Н. Орликов - 2018. 125 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8246 (дата обращения: 10.07.2018).

3. Специальные вопросы технологии приборов квантовой электроники [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Л. Н. Орликов - 2018. 103 с. - Режим доступа:

Согласована на портале № 38736

https://edu.tusur.ru/publications/8175 (дата обращения: 10.07.2018).

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. 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-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам / Л. Н. Орликов - 2018. 51 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8195 (дата обращения: 10.07.2018).
2. Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям / Л. Н. Орликов - 2018. 36 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8196 (дата обращения: 10.07.2018).
3. Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники [Электронный ресурс]: Методические указания по самостоятельной работе / Л. Н. Орликов - 2018. 25 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8197 (дата обращения: 10.07.2018).

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.

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. Образовательный портал университета, библиотека университета

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 по-

Согласована на портале № 38736

садочных 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 практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

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:

– Google Chrome
– 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.;

Согласована на портале № 38736

- 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.

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. Выберите приоритетный метод анализа на технологичность при изготовлении прибора оптической электроники

а) трудовые затраты;

б) энергетические затраты;

в) материалоемкость;

г) применение стандартных деталей.

2. Выберите документ для начала разработки технического задания на проектирование технологических процессов алюминирования пластмассовых изделий электронной техники

а) маршрутная карта;

б) технологическая карта;

в) операционная карта;

г) чертежи.

3. Выберите основные проблемы в своей предметной области при обеспечении процесса эпитаксии

а) аварийные режимы;

Согласована на портале № 38736

б) невоспроизводимость результатов;

в) отклонение режимов;

г) негерметичности вакуумной системы.

4. Предложите подходы к разработке технического задания на проектирование технологического процесса производства источника электронов на основе анализа

а) геометрического подобия;

б) режимов работы аналогов;

в) архива технологических операций;

г) инструментального каталога.

5. Выберите метод поиска негерметичности вакуумной системы в диапазоне давлений 1 мм рт ст.

а) анализ возможных мест течей;

б) метод пробной жидкости;

в) измерение распределения давления;

г) применение течеискателя.

6. Выберите метод формирования высокоадгезионной полупрозрачной алюминиевой пленки на оптическом стекле

а) термовакуумное;

б) магнетронное напыление в инертной среде;

в) электродуговое;

г) ионноплазменное.

7. Выберите техническое задание на правильный алгоритм включения установки вакуумного напыления

а) все закрыть, включить форвакуумный насос, через 5 минут включить диффузионный насос;

б) все закрыть, одновременно включить все насосы;

в) одновременно включить все насосы;

г) Включить диффузионный, затем форвакуумный.

8. Выберите способ повышения адгезии пленки при термовакуумном испарении меди на кристалл ниобата лития.

а) обработка кристалла хромпиком;

б) отжиг и вжигание пленки после напыления;

в) напыление подслоя из никеля;

г) обработка кристалла спиртом.

9. Найдите основную ошибку в разработке технического задания на формирование медной пленки на оптоэлектронном элементе

а) не проведен анализ последовательности операций;

б) не учтены характеристики участников процессе;

в) взяты не химически чистые материалы;

г) не составлены операционные карты.

10. Выберите техническое задание на приоритетный способ уменьшения количества углеводородов в вакуумной системе в диапазоне давлений 1 Па

а) промывка системы инертным газом;

б) дозированный напуск и откачка газа;

в) испарение газопоглотителя в момент испарения;

г) применение вымораживающей ловушки.

11. Отразите в техническом задании причину некоторой разности показаний нескольких датчиков давления подключенных к вакуумной камере

а) нет доверия к датчикам;

б) технологический разброс изготовления датчиков;

в) нет доверия к вакуумметрам;

г) в камеру проводится напуск газа.

12. Укажите наиболее необходимые фрагменты технического задания на проектирование технологического процесса легирования оптического волновода

Согласована на портале № 38736

а) предварительные исследования;

б) показать заказчику перспективы;

в) представить последовательность операций;

г) представить комплект технической документации.

13. Выберите алгоритм расчета производительности высоковакуумных средств откачки газа для электронно-лучевого формирования алюминиевых пленок в потоке инертного газа в виде отношения

а) потока газовыделения к рабочему давлению;

б) суммарного потока газа к рабочему давлению;

в) потока газовыделения к выходному давлению;

г) потока газа к входному давлению.

14. Выберите метод расшифровки картины роста формы кристалла в процессе молекулярно-лучевой эпитаксии

а) Ожэ-спектрометрия;

б) дифрактометрия быстрых электронов;

в) время пролетная масс-спектрометрия;

г) эллипсометрия

15. Выберите фрагмент документа на проектирование аварийного завершения технологического процесса формирования пленки на установке вакуумного напыления

а) выключить рубильник, закрыть все вентили;

б) закрыть напуск газа,, выключить рубильник;

в) снять нагрев, выключить рубильник;

г) все выключить.

16. Укажите экспресс метод контроля направления синтеза пленки двуокиси титана в процессе вакуумного термического испарения

а) скорость изменения давления во времени;

б) изменение температуры испарителя;

в) изменение давления при напылении;

г) изменение температуры подложки.

17. Выберите фрагмент технические задания на проверку ошибок в конструкторских чертежах при проектировании производства изделия электронной техники. Проверка на..

а) технологичность изготовления;

б) условия сборки;

в) соблюдение ГОСТ;

г) выбор материалов.

18. Определите тип разряда, если он горит при давлении 1 Па при напряжении 400В и токе до 50 мА и его диаметр на катоде увеличивается с увеличением тока

а) дуговой;

б) нормальный тлеющий;

в) аномальный тлеющий;

г) искровой.

19. Выберите метод измерения тока источника электронов, работающего в непрерывном режиме

а) пояс Роговского;

б) цилиндр Фарадея;

в) зонд;

г) амперметр.

20. По какому закону должен работать регулятор температуры, чтобы температура не превышала определенной величины

а) пропорционально интегральный с дифференцированием;

б) пропорциональный;

в) пропорционально интегральный;

г) адаптивный.

Согласована на портале № 38736

14.1.2. 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

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

14.1.4. 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

14.1.5. 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

14.1.6. Темы лабораторных работ

Исследование плазмы газового разряда методом двойного зонда

Исследование методов поиска течей в электровакуумных приборах

Исследование плазменного источника электронов

14.1.7. Зачёт

Понятие энтропии

Какова связь между теплотой и энтропией?

Что такое энтальпия?

Какова связь энтропии и энтальпии

По каким критериям производится выбор технологических электронных пушек?

Согласована на портале № 38736

Как производится предсварочная обработка материалов?

Каким образом реализуется снятие напряжений после сварки?

Как рассчитываются параметры ионного травления?

Опишите условия улучшения чистоты и стехиометрии пленок.

Опишите принципы работы аппаратуры для контроля скорости и толщины нанесения пленок.

Охарактеризуйте достоинства и недостатки ионного осаждения пленок.

Назовите факторы, влияющие на скорость осаждения пленок

Поясните технологические приемы кристаллизации.

Объясните механизмы ориентации кристаллов при эпитаксии.

Расскажите, как провести анализ пленок на монокристалличность.

Опишите методы перекристаллизации пленок.

Перечислите приемы повышения точности измерения.

Проанализируйте методы реанимации рабочих режимов вакуумных установок

Перечислите основные документы для монтажа технологических установок.

Назовите элементы пусковой автоматики.

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.

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;

Согласована на портале № 38736

– 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 № 38736