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 электроники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	26	26	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Всего аудиторных занятий	44	44	часов
4	Самостоятельная работа	64	64	часов
5	Всего (без экзамена)	108	108	часов
6	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е.

Зачет: 8 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 37543

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) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 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:

доцент каф. ЭП	_____	А. И. Аксенов
Заведующий кафедрой электронных приборов (ЭП)	_____	С. М. Шандаров

Согласована на портале № 37543

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Специальные вопросы технологии приборов квантовой электроники» является углубление понимания процессов, происходящих при формировании оптических материалов и изделий. Студенты приобретают навыки формирования нанослоев в условиях вакуума. Прививается навык в анализе разработки последовательностей технологических операций.

1.2. Задачи дисциплины

– Задачей дисциплины является формирование у студентов представлений о процессах при синтезе оптических материалов и изделий в вакууме и плазме применительно к квантовой электронике.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Специальные вопросы технологии приборов квантовой электроники» (Б1.В.ДВ.12.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Введение в электронику, Математические основы естественно-научного образования.

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

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-8 способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники;

– ПК-9 готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** физические принципы формирования приборов квантовой электроники и наноэлектроники; основные приемы построения последовательностей технологических операций при формировании и синтезе оптических материалов; а также метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники

– **уметь** ориентироваться в многообразии метрологии современных технологий, применяемых при производстве приборов квантовой электроники и наноэлектроники; разрабатывать принципиальные схемы последовательностей технологических операций.

– **владеть** основными навыками анализа достоинств и недостатков известных технологий формирования оптических материалов на элементах квантовой электроники и наноэлектроники.

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
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	44	44
Лекции	26	26
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа (всего)	64	64
Подготовка к контрольным работам	8	8
Выполнение индивидуальных заданий	14	14
Проработка лекционного материала	14	14

Согласована на портале № 37543

Подготовка к практическим занятиям, семинарам	28	28
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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр					
1 Вакуумная технология	2	2	6	10	ПК-8, ПК-9
2 Анализ вакуумных систем методом масс-спектрометрии	2	2	18	22	ПК-8, ПК-9
3 Подготовка изделий квантовой электроники к технологическим операциям	6	2	6	14	ПК-8, ПК-9
4 Пленочная технология, эпитаксия	6	4	18	28	ПК-8, ПК-9
5 Сорбционные процессы на поверхности приборов квантовой электроники	4	2	6	12	ПК-8, ПК-9
6 Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов квантовой электроники	2	2	4	8	ПК-8, ПК-9
7 Разработка документации по методикам эксплуатации технического оборудования	2	2	3	7	ПК-8, ПК-9
8 Компьютеризация технологических процессов	2	2	3	7	ПК-8, ПК-9
Итого за семестр	26	18	64	108	
Итого	26	18	64	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Вакуумная технология	Средства получения вакуума для приборов квантовой электроники. Диффузионные насосы	2	ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
2 Анализ вакуумных	Расчеты на герметичность в течеискании и	2	ПК-8, ПК-

Согласована на портале № 37543

систем методом масс-спектрометрии	масспектрометрии. Тенденции развития масс-спектрометрии.		9
	Итого	2	
3 Подготовка изделий квантовой электроники к технологическим операциям	Электрофизические методы очистки. Ионное травление материалов.	6	ПК-8, ПК-9
	Итого	6	
4 Пленочная технология, эпитаксия	Процессы конденсации пленок при формировании приборов квантовой электроники. Технология получения высококачественных пленок. Электрофизические методы формирования пленок на вакуумных установках. Искусственная эпитаксия пленок для приборов квантовой электроники. Боковая эпитаксия. Альтернативные методы создания эпитаксиально подобных структур.	6	ПК-8
	Итого	6	
5 Сорбционные процессы на поверхности приборов квантовой электроники	Адсорбция. Десорбционные процессы. Хемосорбция. Абсорбция. Диффузионное газовыделение	4	ПК-8, ПК-9
	Итого	4	
6 Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов квантовой электроники	Общие понятия. Цели и принципы сертификации. Структура Системы сертификации ГОСТ Р. Стандартизация как нормативно-методическая база сертификации и товарной экспертизы.	2	ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
7 Разработка документации по методикам эксплуатации технического оборудования	Типы документации. Виды инструкций. Правила устройства электроустановок.	2	ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
8 Компьютеризация технологических процессов	Процесс ввода технологической информации в ЭВМ. Система «КАМАК». Автоматизированные рабочие места (АРМ). Системы автоматического управления и регулирования технологическими процессами.	2	ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
Итого за семестр		26	

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								

Согласована на портале № 37543

1 Введение в электронику	+	+	+	+	+	+	+	
2 Математические основы естественно-научного образования	+	+	+	+	+	+	+	
Последующие дисциплины								
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+	+	

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.	Сам. раб.	
ПК-8	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест
ПК-9	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

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
8 семестр			
1 Вакуумная технология	Проектирование безмасляных вакуумных систем для технологии производства приборов квантовой электроники	2	ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
2 Анализ вакуумных	Расчет безмасляной вакуумной системы для техно-	2	ПК-8

Согласована на портале № 37543

систем методом масс-спектрометрии	логии приборов квантовой электроники (индивидуальное задание)		
	Итого	2	
3 Подготовка изделий квантовой электроники к технологическим операциям	Проектирование подготовительных операций для технологии приборов квантовой электроники	2	ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
4 Пленочная технология, эпитаксия	Расчет электрофизических параметров источников частиц для технологии приборов квантовой электроники	4	ПК-8, ПК-9
	Итого	4	
5 Сорбционные процессы на поверхности приборов квантовой электроники	Расчет сорбции и десорбции газа для технологии приборов квантовой электроники	2	ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
6 Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов квантовой электроники	Сертификация (семинар)	2	ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
7 Разработка документации по методикам эксплуатации технического оборудования	Рекомендации по разработке инструкций для технологии разработки приборов квантовой электроники	2	ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
8 Компьютеризация технологических процессов	Расчет параметров технологических операций	2	ПК-8, ПК-9
	Итого	2	
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
8 семестр				
1 Вакуумная технология	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-8, ПК-9	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		

Согласована на портале № 37543

2 Анализ вакуумных систем методом масс-спектрометрии	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-8, ПК-9	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Выполнение индивидуальных заданий	6		
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	18		
3 Подготовка изделий квантовой электроники к технологическим операциям	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-8, ПК-9	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
4 Пленочная технология, эпитаксия	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-8, ПК-9	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Выполнение индивидуальных заданий	8		
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	18		
5 Сорбционные процессы на поверхности приборов квантовой электроники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-8, ПК-9	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
6 Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов квантовой электроники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-8, ПК-9	Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
7 Разработка документации по методикам эксплуатации технического оборудования	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-8, ПК-9	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
8 Компьютеризация	Подготовка к практиче-	2	ПК-8,	Конспект самоподготов-

Согласована на портале № 37543

технологических процессов	ским занятиям, семинарам		ПК-9	ки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
Итого за семестр		64		
Итого		64		

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
8 семестр				
Конспект самоподготовки	3	3	3	9
Контрольная работа	10	10	10	30
Опрос на занятиях	4	4	4	12
Отчет по индивидуальному заданию			19	19
Тест	10	10	10	30
Итого максимум за период	27	27	46	100
Нарастающим итогом	27	54	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)

Согласована на портале № 37543

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. Специальные вопросы технологии приборов квантовой электроники: Учебное пособие / Орликов Л. Н. - 2018. 103 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8175 (дата обращения: 06.07.2018).

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 (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 (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 ISBN 5-86889-244-5 (наличие в библиотеке ТУСУР - 103 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Специальные вопросы технологии приборов квантовой электроники: Методические указания к практическим занятиям / Орликов Л. Н. - 2018. 38 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8174 (дата обращения: 06.07.2018).
2. Специальные вопросы технологии приборов квантовой электроники: Методические указания по самостоятельной работе / Орликов Л. Н. - 2018. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8173 (дата обращения: 06.07.2018).

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. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к базам данных, информаци-

Согласована на портале № 37543

онно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: 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

13.1.3. 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;

Согласована на портале № 37543

- 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. При технологической подготовке производства приборов квантовой электроники предпочтительно выбирать вакуумные насосы:

а) масляные;

б) безмасляные;

в) традиционные;

г) типовые

2. Начиная с какого давления можно измерять вакуум типовым термопарным датчиком:

а) 1-10 Па;

б) 2-1 Па;

в) 0,1 Па;

г) с атмосферного давления.

3. Трудно откачиваемые газы удаляются газобалластным устройством, расположенным в диффузионном насосе:

а) на входе;

б) на выходе;

в) после первой ступени откачки;

г) в данном типе насосов его нет.

4. В течение какого времени можно измерять давление, в диапазоне 0,1-1 Па высоковакуумным датчиком ПМИ 2:

Согласована на портале № 37543

а) не более 1 минуты;
б) измерения запрещены;
в) продолжительное время;
г) до 5 минут.

5. При подготовке восстановительного отжига в глубоком вакууме в водороде для изделий квантовой электроники лучше выбрать
а) электроразрядный насос;
б) турбомолекулярный;
в) насос рутса;
г) типовой форвакуумный насос.

6. Термопарные датчики давления, подключенные в одну точку, показывают разное давление вследствие:
а) технологического разброса при изготовлении датчика;
б) неодинаковой ориентации по осям координат;
в) разной локальной температуры в зоне измерения;
г) наличие локальных загрязнений в датчиках.

7. Плазмохимическую очистку изделий проводят в среде:
а) с галогеносодержащими газами;
б) с инертным газом;
в) в азотной среде;
г) в среде с остаточным вакуумом.

8. Калибровка измерений масс- спектрометром проводится:
а) по известным газам;
б) спектрометр не требует градуировки;
в) используются коэффициенты пересчета на род газа;
г) используется пересчет на инерцию измерений.

9. На какой механизм травления нужно настроить процесс травления многокомпонентного стеклоподобного материала:
а) прямое выбивание;
б) смещение атомов;
в) тепловой пик;
г) настройки не требуется.

10. Обозначьте простой количественный метод измерения качества очистки поверхности:
а) распыление красителя;
б) анализ угла смачивания;
в) анализ степени запотевания;
г) ОЖЕ-спектрометрия.

11. Какая из систем более предпочтительна при процессе травления изделия на форвакууме:
а) диодная;
б) триодная;
в) тетродная;
г) электронно-лучевая.

12. С какого момента времени начинают измерять начало травления:
а) с начала зажигания разряда;
б) с изменения вольтамперной характеристики;
в) с момента изменения вакуума при травлении;
г) с момента начала откачки газа.

13. Какой минимальный ток необходимо выбрать для процесса травления материала:
а) до 3 мА/см2;
б) до 5 мА/см2;
в) 7 мА/см2 ;
г) любой.

14. Как измеряется показатель анизотропии при травлении:
а) отношение глубины травления к ширине;

Согласована на портале № 37543

б) отношением ширины травления к глубине;

в) измеряется только глубиной;

г) измеряется шириной травления.

15. По какому критерию выбрать сочетание материала испарителя и навески при производстве приборов квантовой электроники:

а) по таблицам;

б) по рекомендациям специалистов;

в) по температуре плавления;

г) подойдут любые сочетания.

16. В каких единицах измеряется сопротивление пленок:

а) Ом;

б) Ом/квадрат;

в) Сименс;

г) кило Ом.

17. Какие преимущественно соединения присутствуют в пленке в условиях создания вакуума масляными средствами откачки:

а) нитриды;

б) нитриды и оксиды;

в) гидриды и карбиды;

г) карбиды, нитриды, гидриды, оксиды.

18. Как измерить направление газофазной реакции при формировании пленки на элементе квантовой электроники:

а) по изменению давления во времени;

б) по изменению температуры во времени;

в) по времени процесса;

г) измерение провести после процесса.

19. Сертификация изделия означает:

а) изделие имеет сертификат качества;

б) изделие предложено как рационализаторское предложение;

в) изделие предложено как ноу-хау;

г) изделие предложено как изобретение.

20. Как измерить толщину пленки в процессе ее получения:

а) по свидетелю;

б) визуально;

в) по времени процесса;

г) по температуре процесса.

14.1.2. Темы опросов на занятиях

Средства получения вакуума для приборов квантовой электроники. Диффузионные насосы.

Расчеты на герметичность в течеискании и масспектрометрии. Тенденции развития масспектрометрии.

Электрофизические методы очистки. Ионное травление материалов.

Адсорбция. Десорбционные процессы. Хемосорбция. Абсорбция. Диффузионное газовыделение.

14.1.3. Темы индивидуальных заданий

1. Патентный поиск по теме. Описание преимуществ выбранного метода решения проблемы перед другими для индивидуального задания. Обоснование типа электронно- ионных источников для самостоятельного задания. Параметры технологичности, допуски и посадки в конструкторской части индивидуального задания.

2. Математическое моделирование процесса в индивидуальном задании. Уточненный расчет вакуумной системы для индивидуального задания. Расчеты электрофизических параметров оборудования. Составление технологической карты процесса.

3. Маркетинговые исследования. Обосновать рынки сбыта изделий. Описать сертифицированные и не сертифицированные узлы в оборудовании, предлагаемом в индивидуальном задании.

4. Разработка инструкций по безопасному ведению работ применительно к индивидуально-

Согласована на портале № 37543

му заданию.

14.1.4. Вопросы на самоподготовку

1. Моделирование типовых технологических процессов производства приборов квантовой электроники.
2. Анализ аппаратурного обеспечения технологических процессов средствами автоматизации.
3. Моделирование и математический анализ инновационного проекта.
4. Моделирование работы электрофизических установок.
5. Моделирование работы ионно-электронных источников.
6. Составление матриц последовательности технологических операций.
7. Моделирование режимов технологического процесса.
8. Составление программ управления технологическим процессом.
9. Составление обзора литературы по новейшим достижениям в области квантовой электроники.
10. Построение технологической маршрутной карты изготовления прибора квантовой электроники.
11. Составление инструментальных каталогов на инструменты, материалы, кадры.
12. Составление подсистем математических формул процесса.
13. Построение общей схемы регулирования одного или нескольких параметров. Устройства связи с объектом.
14. Построение схемы прохождения управляющих сигналов от объекта к исполнительному механизму.
15. Оптимизация проведения технологических операций.

14.1.5. Темы докладов

1. На какие цели направлена сертификация
2. Основные понятия в области сертификации
3. Каковы принципы сертификации
4. Какие структуры входят в «Систему ГОСТ Р»
5. Добровольная и обязательная сертификации для приборов квантовой электроники
6. Сертификация оборудования
7. Какие преимущества дает производителю наличие сертификата
8. Сертификация – как балансир между качеством продукции и возможностями производства.
9. Стандартизация как нормативно-методическая база сертификации и товарной экспертизы
10. Нормативные документы стандартизации
11. Обязательные требования государственных стандартов

14.1.6. Темы контрольных работ

Пленочная технология, эпитаксия

Расчет вакуумных систем

14.1.7. Зачёт

Диффузионные и бустерные насосы. Откачные средства специального назначения

Средства измерения давлений Погрешности при измерении давлений.

Электрофизические методы очистки. Ионное травление материалов

Процессы термического испарения материалов. Электронно-лучевое испарение сплавов. Процессы конденсации пленок.

Хемосорбция. Абсорбция. Константы равновесия. Энергия активации процесса

Обозначение типов электрофизических установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения

Правила устройства электроустановок. Профилактика новых форвакуумных насосов, механических вакуумных насосов, диффузионных вакуумных насосов. Инструкции по сервисному обслуживанию различных типов вакуумных установок. Сервисное обслуживание вакуумных камер.

Согласована на портале № 37543

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;
- 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 № 37543