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

Основы вакуумных технологий

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: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	12	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	38	38	часов
5	Самостоятельная работа	34	34	часов
6	Всего (без экзамена)	72	72	часов
7	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е.

Зачет: 5 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 29480

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

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

Согласована на портале № 29480

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Основы вакуумных технологий» является углубление понимания физических процессов, происходящих при формировании фрагментов приборов квантовой и оптической электроники с помощью вакуумных технологий.

В процессе изучения дисциплины студенты приобретают адекватную современному уровню знаний научную картину происходящих в вакууме процессов на основе основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

Изучение дисциплины прививает способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности с привлечением соответствующего физико-математического аппарата, построением физических и математических моделей.

В ходе изучения дисциплины прививается способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике методику формирования нанослоев для приборов наноэлектроники на вакуумных установках различного функционального назначения.

1.2. Задачи дисциплины

– формирование у студентов физико-математических представлений о научной картине мира;

– развитие способности к решению профессиональных задач на основе научного подхода с применением физико-математического аппарата;

– развитие способности к моделированию процессов с применением ЭВМ;

– развитие способности аргументировать свой выбор вакуумных установок для формирования фрагментов приборов квантовой и оптической электроники

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы вакуумных технологий» (Б1.В.ОД.12) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Вакуумная и плазменная электроника, Математика, Твердотельная электроника, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Вакуумные и плазменные приборы и устройства.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

– ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

– ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

– ПК-2 способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** физические, адекватные современному уровню знаний научно обоснованные принципы работы приборов электроники и наноэлектроники; основные приемы естественно научного подхода к построению физико-математических моделей последовательностей технологических операций; критерии и аргументы выборе типа вакуумных технологий для решения конкретных профессиональных задач

– **уметь** строить научно обоснованные простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функциональ-

Согласована на портале № 29480

ного назначения; разрабатывать принципиальные схемы последовательностей технологических операций; определять экспериментальным или расчетным путем оптимальные режимы проведения технологических операций; использовать для анализа процессов стандартные программные продукты; ориентироваться в многообразии современных технологий, применяемых при производстве приборов электроники и наноэлектроники.

– **владеть** стандартными программными средствами компьютерного моделирования; навыками исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

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
		5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	38	38
Лекции	12	12
Практические занятия	10	10
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	34	34
Подготовка к контрольным работам	3	3
Выполнение индивидуальных заданий	4	4
Оформление отчетов по лабораторным работам	11	11
Проработка лекционного материала	6	6
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	10
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
5 семестр						
1 Вакуумная технология	1	2	4	6	13	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2
2 Расчет вакуумных систем	2	0	4	6	12	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2
3 Подготовка изделий к технологическим операциям.	2	4	0	8	14	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2
4 Пленочная технология, эпитаксия	3	2	8	9	22	ОПК-1, ОПК-

Согласована на портале № 29480

						2, ПК-1, ПК-2
5 Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	2	2	0	4	8	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2
6 Разработка инструкций по эксплуатации используемых технического оборудования и программного обеспечения для обслуживающего персонала	2	0	0	1	3	ПК-1, ПК-2
Итого за семестр	12	10	16	34	72	
Итого	12	10	16	34	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
5 семестр			
1 Вакуумная технология	Понятие «вакуум». Типовые вакуумные системы и установки. Единицы измерения давления и потока в системе «СИ». Режимы течения газа. Проводимость вакуумных коммуникаций. Основное уравнение вакуумной техники. Технология получения и измерения вакуума на типовых вакуумных установках.	1	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	1	
2 Расчет вакуумных систем	Методика расчета вакуумных систем. Методики экспериментального исследования вакуумных систем на герметичность. Тенденции развития вакуумной техники.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
3 Подготовка изделий к технологическим операциям.	Источники загрязнений материалов. Закономерности газовыделения из изделий. Вакуумная гигиена.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
4 Пленочная технология, эпитаксия	Назначение и типы пленок. Методы синтеза пленочных материалов. Термовакуумное формирование пленок. Условия, влияющие на формирование пленки при термовакуумном напылении. Получение пленок равномерной толщины. Адгезия пленок. Измерение скорости напыления и толщины пленок. Методы измерения параметров напыления. Экспресс методы сравнительного анализа толщины пленок. Специальные методы нанесения пленок. Эпитаксия. МОС-гидридная эпитаксия, молекулярно-лучевая эпитаксия.	3	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	3	

Согласована на портале № 29480

5 Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	Понятие сертификации. Технический паспорт. Номенклатура оборудования по установленной мощности. Обозначение типов электрофизических установок. Маркировка эпитаксиальных структур.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
6 Разработка инструкций по эксплуатации используемых технического оборудования и программного обеспечения для обслуживающего персонала	Инструкции по эксплуатации оборудования. Инструкции по поиску негерметичности вакуумных систем. Инструкции по эксплуатации типовых вакуумных установок с масляными средствами откачки. Аварийные режимы вакуумного оборудования. Инструкции по эксплуатации ЭВМ устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		12	

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 Вакуумная и плазменная электроника	+	+	+	+	+	+
2 Математика	+	+				
3 Твердотельная электроника						+
4 Физика	+		+	+		
Последующие дисциплины						
1 Вакуумные и плазменные приборы и устройства	+		+		+	+

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	+				Тест, Реферат
ОПК-2	+				Тест, Реферат

Согласована на портале № 29480

ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Реферат
ПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Реферат

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
5 семестр			
1 Вакуумная технология	Исследование проводимости вакуумных коммуникаций	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
2 Расчет вакуумных систем	Исследование вакуумной системы на герметичность	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
4 Пленочная технология, эпитаксия	Исследование процесса ионной обработки материалов	8	ПК-1, ПК-2
	Итого	8	
Итого за семестр		16	

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
5 семестр			
1 Вакуумная технология	Вакуумная технология	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
3 Подготовка изделий к технологическим операциям.	Подготовка изделий к технологическим операциям	2	ПК-1, ПК-2
	Технология электровакуумных приборов	2	
	Итого	4	

Согласована на портале № 29480

4 Пленочная технология, эпитаксия	Пленочная технология, эпитаксия	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
5 Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	Сертификация, инструкции, последовательности операций	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		10	

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
5 семестр				
1 Вакуумная технология	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	6		
2 Расчет вакуумных систем	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-2	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	6		
3 Подготовка изделий к технологическим операциям.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-2	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Выполнение индивидуальных заданий	2		
	Подготовка к контрольным работам	1		

Согласована на портале № 29480

	Итого	8		
4 Пленочная технология, эпитаксия	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Выполнение индивидуальных заданий	2		
	Итого	9		
5 Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-2	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	4		
6 Разработка инструкций по эксплуатации используемых технического оборудования и программного обеспечения для обслуживающего персонала	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-2	Тест
	Итого	1		
Итого за семестр		34		
Итого		34		

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
5 семестр				
Контрольная работа	6	6	6	18
Опрос на занятиях	3	3	3	9
Отчет по индивидуальному заданию			16	16
Отчет по лабораторной	7	7	8	22

Согласована на портале № 29480

работе				
Реферат		8		8
Тест	9	9	9	27
Итого максимум за период	25	33	42	100
Нарастающим итогом	25	58	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. Барыбин, Анатолий Андреевич. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы : Учебное пособие для вузов. - М. : Физматлит , 2006. - 423[1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 130 экз.)

2. Процессы микро- и нанотехнологии : учебное пособие для вузов. - Томск : ТУСУР , 2005. - 316 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 103 экз.)

3. Основы вакуумных технологий: Учебное пособие / Орликов Л. Н. - 2018. 89 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7628, дата обращения: 06.06.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Основы микроэлектроники : учебное пособие для вузов / И. П. Степаненко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2004. - 488 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 225 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 ТУ-

Согласована на портале № 29480

СУР - 50 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Основы вакуумных технологий: Методические указания по самостоятельной работе / Орликов Л. Н. - 2018. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7676, дата обращения: 06.06.2018.
2. Основы вакуумной технологии: Методические указания к практическим занятиям / Орликов Л. Н. - 2017. 26 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7382, дата обращения: 06.06.2018.
3. Исследование проводимости вакуумных коммуникаций: Методические указания к лабораторной работе / Орликов Л. Н. - 2018. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7412, дата обращения: 06.06.2018.
4. Исследование вакуумной системы на герметичность: Методические указания к лабораторной работе / Орликов Л. Н. - 2018. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7413, дата обращения: 06.06.2018.
5. Исследование процесса ионной обработки материалов: Методические указания к лабораторной работе / Орликов Л. Н. - 2018. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7414, дата обращения: 06.06.2018.

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.

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. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh (свободный доступ);
2. https://elibrary.ru/defaultx.asp (свободный доступ).

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

Согласована на портале № 29480

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 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

Согласована на портале № 29480

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.

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. Регулятор напряжения в гелиевом течеискателе служит для …

a) регулировки напряжения нагрева
b) уменьшения времени выхода на режим
c) для повышения чувствительности
d) для удобства обслуживания

2. Газобалластное устройство механического вакуумного насоса служит для…

a) регулировки давления на входе вакуумнасоса
b) улучшения откачки конденсирующихся газов
c) уменьшения шума при работе вакуумнасоса

Согласована на портале № 29480

d) регулировки давления на выходе вакуумнасоса
3. Единица измерения сопротивления пленок
a) Ом
b) Ом/квадрат
c) кОм
d) мОм
4. Предельное минимальное давление диффузионного вакуумнасоса обусловлено
a) производительностью самого насоса
b) давлением паров рабочей жидкости
c) минимальным давлением на выходе насоса
d) потоком газовыделения
5. Толщину прозрачной металлической пленки предпочтительно измерять:
a) по электропроводности
b) по пропусканию света
c) эллипсометром
d) по эталону
6. Напыление пленок с подслоем применяют для…
a) улучшения внешнего вида изделий
b) повышения адгезии
c) уменьшения шероховатости
d) повышения прочности
7. Адгезия пленок наименьшая при:
a) термовакуумном испарении материалов
b) магнетронном
c) ионно-плазменном
d) электродуговом
8. Вакуум считается безмасляным , если..
a) применены безмасляные откачные средства
b) получен сверхглубокий вакуум
c) в спектре остаточных газов нет углеводородов
d) в систему подается инертный газ
9. Деионизованная вода для очистки изделий –это вода:
a) после двойной дисциляции воды
b) обработанная ионообменными смолами
c) обработанная в электрическом разряде
d) обработанная ионами серебра
10. Начало процесса ионного травления начинается с момента
a) зажигания разряда
b) обеспечения плотности тока более 7 мА/см2
c) изменения вольт-амперной характеристики
d) прогрева подложки
11. С повышением давления в вакуумной камере от 0,01 до 1 Па, скорость осаждения пленки на подложку...
a) не изменится,
b) уменьшится,
c) увеличится
d) несколько увеличится
12. Какая литография из перечисленных имеет лучшую разрешающую способность
a) фотолитография,
b) рентгенолитография
c) ионолитография
d) Электронолитография
13. Изменения толщины конденсируемой пленки при термическом испарении материалов в вакууме происходит по закону

Согласована на портале № 29480

a) sin
b) cs
c) tg
d) произвольно

14. Недостаток формирования оптических покрытий из катодного пятна вакуумной дуги
a) капельная фракция
b) неоднородность покрытия
c) формирование побочных соединений
d) нагрев подложки

15. Как изменяется проводимость вакуумной трассы с повышением температуры
a) уменьшается
b) увеличивается
c) не изменяется
d) сначала увеличивается, потом уменьшается

16. Монокристаллическая пленка формируется из направленного потока молекул в условиях сверхвысокого вакуума. Это эпитаксия
a) газофазная
b) молекулярно-лучевая
c) МОС-гидридная
d) хемиэпитаксия

17. Температура обезгаживания поверхности изделий определяется температурой
a) разложения поверхностных соединений
b) разложения материала подложки
c) абсорбцией газов
d) хемосорбцией

18. Наиболее предпочтительный метод формирования медной пленки на ниобате лития без требований по адгезии
a) термическое испарение в вакууме
b) магнетронное
c) электродуговое
d) ионно-плазменное

19. За температуру испарения принята температура...
a) испарения материала
b) при которой, давление паров материала равно один Паскаль
c) выше температуры плавления
d) начала переноса конденсата на подложку

20. Рабочее давление на выходе диффузионного насоса должно составлять в мм рт ст
a) 0,1
b) 0,01
c) 0,001
d) 760

14.1.2. Темы опросов на занятиях

1. Вакуумная технология
2. Подготовка изделий к технологическим операциям
3. Технология электровакуумных приборов
4. Пленочная технология, эпитаксия
5. Сертификация, инструкции, последовательности операций

14.1.3. Темы индивидуальных заданий

1. Формирование просветляющих покрытий на кристаллах
2. Формирование конкретных упрочняющих покрытий на конкретных изделиях
3. Нанесение декоративных покрытий под золото на конкретные изделия (на изделия из алюминия, полиэтиленовой пленки, стекло и тд)
4. Нанесение высококачественных полупрозрачных тонирующих покрытий на оптоэлектронные элементы.

Согласована на портале № 29480

5. Ионная обработка кристаллов (травление, очистка, полировка)
6. Модификация поверхности под действием ионного или электронного воздействия
7. Процесс напыления алюминиевого изделия под золото.
8. Тонирование автомобильных стекол.
9. Напыление покрытий на инструменты.
10. Напыление нитрида титана или циркония на керамику.
11. Отжиг и очистка проволоки из различных материалов в тлеющем разряде.
12. Изготовление антибликовых покрытий методом ионной обработки

14.1.4. Темы рефератов

1. Производство оптических материалов. Типовой технологический процесс. Производство чистых металлов, сплавов, пластмасс, композитных и плакированных материалов. Методы получения порошковых материалов. Получение наноматериалов. Производство стеклоподобных материалов и кристаллов.

2. Типы сварки: электродуговая, аргонодуговая, электронно-лучевая, контактная, сварка пластмасс. Клеевые соединения.

4. Трубопроводная арматура. Вентили, клапаны, запорные устройства. Гидравлические и пневматические устройства. Понятие пропускной способности. Пневмоавтоматика.

5. Системы типа «Технолог».

По одной из выбранной темы студент пишет реферат. Рефераты охватывают достижения науки и техники по отдельным отраслям знаний.

Реферат – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемого вопроса, приводит различные точки зрения, а также собственное понимание проблемы.

14.1.5. Темы контрольных работ

1 Расчет вакуумных систем
2 Общая схема очистки материалов
3 Сертификация и разработка инструкций

14.1.6. Темы лабораторных работ

Исследование проводимости вакуумных коммуникаций
Исследование вакуумной системы на герметичность
Исследование процесса ионной обработки материалов

14.1.7. Зачёт

1. Технологии формирования высокоадгезионных покрытий
2. Механизмы ионного травления
3. Принцип Кюри и критерии подобия в технологических системах
4. Технологии формирования покрытий на кристаллах
5. Расчетные показатели технологичности
6. Технологии ионного травления материалов, достоинства, недостатки
7. Анализ систем автоматики на устойчивость
8. Плазмотронные технологии
9. Механизмы газовыделения из материалов
10. Технологии металлизации пластмасс
11. Изодромные звенья в автоматизации тех процессов
12. Технологии формирования теплообразующих покрытий
13. Система КАМАК, КАУТ, дискрета для ЧПУ
14. Технологии упрочнения инструментов, достоинства, недостатки
15. Аварийные режимы в вакуумных системах, методы реанимации.
16. Технологии формирования отражающих алюминиевых покрытий
17. Газовый баланс в вакуумных системах, газобалластное устройство
18. Технологии упрочнения сильноточными ионными и электронными пучками
19. Устройство ионного источника течеискателя.
20. Технологии термовакуумного, электродугового и магнетронного нанесения покрытий на

Согласована на портале № 29480

стекла

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 проце-

Согласована на портале № 29480

дура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.