МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы вакуумных технологий

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Профиль: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

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

Зачет: 6 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 1175

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 52 от «29» 8 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 2015-03-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__, протокол №_____.

Разработчики:

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

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

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

Эксперты:

председатель методической комиссии кафедры ЭП, профессор каф. ЭП	_____	Орликов Л. Н.

Согласована на портале № 1175

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Основы вакуумных технологий» 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;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы вакуумных технологий» (ФТД. Факультативы) ФТД. Факультативы профессионального цикла обязательных дисциплин.

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

Последующими дисциплинами являются: Вакуумные и плазменные приборы и устройства, Специальные вопросы технологии приборов оптической электроники, Специальные вопросы технологии приборов квантовой электроники.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– 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 студент должен:

– **знать** физические принципы работы приборов электроники и наноэлектроники; основные приемы построения последовательностей технологических операций при формировании и синтезе оптических материалов;

– **уметь** строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального 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 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	12	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Лабораторные занятия	12	12	часов

Согласована на портале № 1175

4	Всего аудиторных занятий	34	34	часов
5	Самостоятельная работа	38	38	часов
6	Всего (без экзамена)	72	72	часов
7	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2	2	З.Е

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Вакуумная технология	1	2	4	7	14	ПК-1, ПК-2
2	Расчет вакуумных систем	2	0	4	7	13	ПК-1, ПК-2
3	Подготовка изделий к технологическим операциям.	2	4	0	9	15	ПК-1, ПК-2
4	Пленочная технология, эпитаксия	3	2	4	10	19	ПК-1, ПК-2
5	Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	2	2	0	4	8	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	12	10	12	38	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 (час.)	Формируемые компетенции
6 семестр				
1	Вакуумная технология	Понятие «вакуум». Типовые вакуумные системы и установки. Построение простейших математических моделей вакуумных установок. Единицы измерения	1	ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 1175

		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		
2	Расчет вакуумных систем	Методика расчета вакуумных систем. Аргументация выбора расчетных параметров. Стандартные программные средства компьютерного моделирования вакуумных систем Методики экспериментального исследования вакуумных систем на герметичность.	2	ПК-1, ПК-2
3	Подготовка изделий к технологическим операциям.	Источники загрязнений материалов. Сорбционные и десорбционные процессы. Математические модели сорбционных процессов. Закономерности газовыделения из изделий. Методики экспериментального исследования параметров и характеристик газовыделения. Вакуумная гигиена. Общая схема очистки материалов	2	ПК-1, ПК-2
4	Пленочная технология, эпитаксия	Назначение и типы пленок. Методы синтеза пленочных материалов. Термовакуумное формирование пленок. Простейшие физические и математические модели формирования пленок. Условия, влияющие на формирование пленки при термовакуумном напылении. Получение пленок равномерной толщины. Приемы построения последовательностей технологических операций при формировании и синтезе оптических материаловАдгезия пленок. Методика экспериментального исследования параметров и характеристик пленок. Измерение скорости напыления и толщины пленок. Методы измерения параметров напыления. Экспресс методы сравнительного анализа толщины пленок. Специальные методы нанесения пленок. Газофазная эпитаксия. МОС-гидридная эпитаксия, молекулярно-лучевая эпитаксия	3	ПК-1, ПК-2
5	Сертификация технических	Назначение и типы пленок. Методы	2	ПК-1, ПК-

Согласована на портале № 1175

	средств, систем, процессов, оборудования и материалов	синтеза пленочных материалов. Термовакуумное формирование пленок. Простейшие физические и математические модели формирования пленок. Условия, влияющие на формирование пленки при термовакуумном напылении. Получение пленок равномерной толщины. Приемы построения последовательностей технологических операций при формировании и синтезе оптических материаловАдгезия пленок. Методика экспериментального исследования параметров и характеристик пленок. Измерение скорости напыления и толщины пленок. Методы измерения параметров напыления. Экспресс методы сравнительного анализа толщины пленок. Специальные методы нанесения пленок. Газофазная эпитаксия. МОС-гидридная эпитаксия, молекулярно-лучевая эпитаксия		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		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 представ-лены 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	+	+				

Согласована на портале № 1175

3	Твердотельная электроника						+
4	Физика	+		+	+		
Последующие дисциплины							
1	Вакуумные и плазменные приборы и устройства	+	+		+		
2	Специальные вопросы технологии приборов оптической электроники		+	+	+	+	+
3	Специальные вопросы технологии приборов квантовой электроники		+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий			
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
ПК-1	+	+	+	+
ПК-2	+	+	+	+

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

№	Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
6 семестр				
1	Вакуумная технология	Исследование проводимости вакуумных коммуникаций	4	ПК-1, ПК-2
2	Расчет вакуумных систем	Исследование вакуумной системы на герметичность	4	ПК-1, ПК-2
3	Пленочная технология, эпитаксия	Исследование процесса ионной обработки материалов	4	ПК-1, ПК-2
	Итого		12	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 1175

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

№	Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
6 семестр				
1	Вакуумная технология	Вакуумная технология	2	ПК-1, ПК-2
2	Подготовка изделий к технологическим операциям.	Подготовка изделий к технологическим операциям	2	ПК-1, ПК-2
3	Подготовка изделий к технологическим операциям.	Технология электровакуумных приборов	2	ПК-1, ПК-2
4	Пленочная технология, эпитаксия	Пленочная технология, эпитаксия	2	ПК-1, ПК-2
5	Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	Сертификация, инструкции, последовательности операций	2	ПК-1, ПК-2
	Итого		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 (час.)	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр					
1	Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях
2	Вакуумная технология	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях
3	Подготовка изделий к технологическим операциям.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях
4	Подготовка изделий к технологическим операциям.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях
5	Пленочная технология, эпитаксия	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях

Согласована на портале № 1175

6	Вакуумная технология	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-2	Реферат, Тест
7	Разработка инструкций по эксплуатации используемых технического оборудования и программного обеспечения для обслуживающего персонала	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-2	Тест
8	Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-2	Тест
9	Пленочная технология, эпитаксия	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-2	Тест
10	Подготовка изделий к технологическим операциям.	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-2	Тест
11	Расчет вакуумных систем	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ПК-2	Тест
12	Пленочная технология, эпитаксия	Оформление отчетов по лабораторным работам	4	ПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе
13	Расчет вакуумных систем	Оформление отчетов по лабораторным работам	4	ПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе
14	Вакуумная технология	Оформление отчетов по лабораторным работам	4	ПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе
15	Подготовка изделий к технологическим операциям.	Выполнение индивидуальных заданий	3	ПК-1, ПК-2	Отчет по индивидуальному заданию
16	Пленочная технология, эпитаксия	Выполнение индивидуальных заданий	3	ПК-1, ПК-2	Отчет по индивидуальному заданию
17	Подготовка изделий к технологическим операциям.	Подготовка к контрольным работам	1	ПК-1, ПК-2	Контрольная работа
18	Расчет вакуумных систем	Подготовка к контрольным работам	2	ПК-1, ПК-2	Контрольная работа
	Всего (без экзамена)		38		
19	Подготовка к контрольным работам		1	ПК-1, ПК-2	Контрольная работа
	Итого		38		

Согласована на портале № 1175

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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
6 семестр				
Компонент своевременности	4	4	4	12
Контрольная работа	6	6	6	18
Опрос на занятиях	3	3	3	9
Отчет по индивидуальному заданию			16	16
Отчет по лабораторной работе	7	7	8	22
Реферат		8		8
Тест	5	5	5	15
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)

Согласована на портале № 1175

2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы : Учебное пособие для вузов / А. А. Барыбин. - М. : Физматлит, 2006. - 423[1] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 130 экз.)

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

12.2. Дополнительная литература

1. Процессы микро- и нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Т. И. Данилина [и др.] ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2005. - 316 с ISBN 5-86889-244-5 (наличие в библиотеке ТУСУР - 103 экз.)

2. Вакуумная электроника. Физико-технические основы : учебное пособие для вузов / А. Д. Сушков. - СПб. : Лань, 2004. - 462[2] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 37 экз.)

3. 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.)

4. Вакуумная техника: Учебник для вузов / Л. Н. Розанов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1990. - 319[1] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)

5. Основы вакуумной техники : Учебник для техникумов / А. И. Пипко [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоиздат, 1981. - 430 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 14 экз.)

6. Электроника : Учебное пособие для вузов / А. А. Щука ; ред. : А. С. Сигов. - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. - 799[1] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

7. 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.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Основы вакуумных технологий: Методические указания к практическим занятиям для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Орликов Л. Н. - 2013. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3437, свободный.

2. Исследование проводимости вакуумных коммуникаций: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 - Электроника и наноэлектроника / Орликов Л. Н. - 2013. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3433, свободный.

3. Исследование вакуумной системы на герметичность: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 - Электроника и наноэлектроника / Орликов Л. Н. - 2013. 10 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3434, свободный.

4. Исследование процесса ионной обработки материалов: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Орликов Л. Н. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3435, свободный.

5. Основы вакуумных технологий: Методические указания по самостоятельной работе для студентов направления 210100.62 – «Электроника и наноэлектроника» / Орликов Л. Н. - 2013. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3438, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

Согласована на портале № 1175

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Переносные макеты для демонстрации на лекциях и проведения лабораторных работ; макеты напылительных устройств, испарителей, элементов приборов фотоники, материалы оптоэлектроники и фотоники, действующие заводские установки.

2. Слайды по всем разделам курса

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 1175

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Основы вакуумных технологий

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Профиль: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **6**

Учебный план набора 2014 года

Разработчики:

- профессор каф. ЭП Орликов Л. Н.

Зачет: 6 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 1175

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-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	Должен знать физические принципы работы приборов электроники и наноэлектроники; основные приемы построения последовательностей технологических операций при формировании и синтезе оптических материалов; ; Должен уметь строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального 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. ; Должен владеть стандартными программными средствами компьютерного моделирования; навыками исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. ;
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	

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

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

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений,	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы

Согласована на портале № 1175

	пониманием границ применимости	абстрагирования проблем	
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-2

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.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.	выбирать и реализовать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	творческими навыки в методике исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Реферат;

Согласована на портале № 1175

	• Опрос на занятиях; • Тест; • Реферат; • Зачет;	• Опрос на занятиях; • Тест; • Реферат; • Зачет;	• Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• эффективные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.;	• выбирать и реализать на практике конкретную эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;	• творческим подходом при выборе эффективной методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.;
Хорошо (базовый уровень)	• некоторые эффективные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.;	• разрабатывать эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники, выбирает принципиальные схемы последовательностей технологических операций;	• самостоятельно определяет и выбирает эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники для решения профессиональных задач;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• отдельные методики экспериментального исследования и общие понятия в пределах изучаемой области;	• выбирать и обрабатывает информацию из Интернета;	• эффективной методикой экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники для решения профессиональных задач;

Согласована на портале № 1175

2.2 Компетенция ПК-1

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.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	физические принципы работы приборов электроники и наноэлектроники; основные приемы построения последовательностей технологических операций при формировании и синтезе оптических материалов	строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения; разрабатывать принципиальные схемы последовательностей технологических операций; определять экспериментальным или расчетным путем оптимальные режимы проведения технологических операций; умеет использовать для анализа процессов стандартные программные продукты	стандартными программными средствами компьютерного моделирования
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Тест; • Реферат; • Зачет;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Тест; • Реферат; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Реферат; • Зачет;

Согласована на портале № 1175

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• простейшие физические и математические модели приборов, схем и установок электроники и наноэлектроники, использует стандартные программные компьютерного моделирования;	• 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;	• творческими способностями при построении математических моделей приборов, схем, устройств и установок, показывает приемы использования стандартных программных средств компьютерного моделирования ;
Хорошо (базовый уровень)	• простейшие схемы устройств и установок электроники и наноэлектроники, использует программные компьютерного моделирования;	• использовать простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники, а также стандартные программные средства их компьютерного моделирования;	• демонстрирует построение и применение простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники, иллюстрирует использование стандартных программных средств компьютерного моделирования;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• основные понятия о математических моделях приборов и устройств, использует стандартные средства компьютерного моделирования ;	• использовать стандартные программные средства компьютерного моделирования при построении простейших математических моделей приборов и схем;	• стандартными программными средства компьютерного моделирования простейших физических и математические моделей приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

Согласована на портале № 1175

3.1 Тестовые задания

– Тема 6 . Разработка инструкций по эксплуатации используемых технического оборудования и программного обеспечения для обслуживающего персонала 1. На кристалл ниобата лития наносится пленка алюминия без требований по адгезии. Какой метод формирования пленки предпочтительнее: 1 – термическое испарение в вакууме, 2 – формирование с помощью магнетрона, 3 – электродуговое формирование 2. Какое основное преимущество имеет молекулярно-лучевая эпитаксия по сравнению с другими видами эпитаксий: 1 – отслеживание каждого слоя гетероструктуры, 2 – большая скорость роста, 3 – экологически чистое производство 3. Возле камеры перед модулем загрузки и выгрузки подложек расположен блок дополни-тельной очистки воздуха. Это делается для:1 – соблюдения вакуумной гигиены, 2 – для обеспечения комфортных условий персоналу, 3 – блок используется как стерильный склад. 4. В момент испарения навески производится испарение газопоглотителя для уменьшения давления. Как изменится состав пленки: 1 – не изменится, 2 – количество газа в пленке уменьшится, 3 – количество газа в пленке увеличится 5. Какое назначение подслоя перед формированием пленки: 1 – для увеличения адгезии, 2 – для уменьшения газовыделений, 3 – для декоративных целей.

– Тема 5. Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов 1. Выберите процент стандартизации изделия, если число стандартных изделий подобного типа, число покупных деталей и число стандартных изделий без крепежа равны друг другу? 1- 0,5; 2-2; 3-4 2. Выберите коэффициент повторяемости изделий, если число оригинальных деталей в изделии N=4,а суммарное число проекций этих изделий в чертежах равно 8. К=: 1-0,5; 2-2; 3-32 3. Выберите коэффициент параллельности работы напылительной установки, если за время всего процесса (4 часа) нагрев подложки и обезгаживание испарителя проводились одновременно в течение 1 часа. 1-0,25; 2-4; 3-2 4. Укажите порядковый номер ответа в расчете коэффициента стабильности процесса, если дисперсия мгновенного распределения контролируемого параметра бм=0,1, а средне квадратичное отклонение всех параметров б=0,2. 1-0,02; 2-0,5; 3-2 5. При освоении новой продукции энергозатраты машинного труда увеличилась в 2 раза, а энергозатраты ручного труда сократилась в 2 раза. Как изменится эрготический показатель автоматизации процесса 1- увеличится ,2-уменьшится;3-останется прежним.

– Тема 4. Пленочная технология, эпитаксия Эпитаксиальные пленки – это пленки имеющие 1 – сопротивление больше 20 Ом/□, 2 – меньше 20 Ом/□, 3 – около 100 Ом/□□ 1. Один из компонентов для формирования эпитаксиальных пленок триметилиндий [In(CH3)3]. Это:1 – МОС-гидридная эпитаксия, 2 – молекулярно-лучевая, 3 – эпитаксия из рас-плава солей 2. Формирование эпитаксиальной пленки происходит по схеме: миграция атомов - двумерная жидкость - кристаллизация. Это механизм формирования пленки: 1– по Н.Н. Семенову, 2 –по Френкелю, 3 – по Кнудсену. 3. Дифрактометрия при энергии электронов до 1,5 кэВ: это 1 – метод анализа химического состава, 2 – метод анализа формы растущих кристаллов, 3 – метод определения показателя преломления

– Тема 3. Подготовка изделий к технологическим операциям 1. При прогреве изделия основное обезгаживание прошло за несколько минут. Какой основ-ной механизм сорбции газа 1-адсорбция 2- хемосорбция 3-абсорбция 2. Почему высоковакуумные коммуникации не выполняют из резины 1- сжимаются под действием вакуума, 2- большое газовыделение и проницаемость для газов, 3- резина боится паров масел 3. Сколько категорий разделения помещений по условиям вакуумной гигиены 4. При травлении кристалла скорость травления вглубь в 5 раз превышает скорость травления вдоль поверхности. Каков показатель анизотропии. 1- 5; 2- 1/5; 3-1 5. Деионизованная вода для очистки изделий –это: 1- продукт двойной дисциляции воды 2- продукт обработки воды ионообменными смолами, 3-вода, обработанная в электрическом разряде

– Тема 2. Расчет вакуумных систем 1. Какой прогрев при обезгаживании керамики наиболее эффективен: 1 – прогрев электронным лучом, 2 – тепловой прогрев, 3 – СВЧ прогрев 2. Изделие очищают от газов отжигом в водороде. Это 1 – окислительный отжиг, 2 – восстановительный, 3 – вакуумный отжиг. 3. С какой целью подложка прогревается перед началом формирования пленки: 1 – обезга-живание, 2 – повышение адгезии, 3 – для уменьшения температурных напряжений. 4. Как выглядит простейшее кинетическое уравнение, описывающее процесс конденсации пара на подложке: 1 – Атв - А пар, 2 – Апар - Атв, 3 –Атв -Аж -Апар. 5. Какие соединения чаще всего образуются при создании вакуума масляными средствами откачки: 1

Согласована на портале № 1175

– карбиды, 2 – оксиды, 3 – неорганические соединения.

– Тема 1. Вакуумная технология 1. Какой предельный вакуум обеспечивают серийные форвакуумные одноступенчатые насосы? Ответ дать в мм рт ст 1- 5x10-2, 2- 5x10-3, 5x10-4 2. По мере уменьшения давления в вакуумной системе, начиная с какого вакуума можно измерять давление датчиком ПМИ-2? Ответ дать в мм рт ст 1- 10-2, 2- 10-3, 10-4 3. На каком минимальном давлении механический форвакуумный насос обеспечивает максимальную производительность ? Ответ дать в мм рт ст 760, 1, 10-1 4. Какое назначение регулятора напряжения нагревателя диффузионного насоса в гелиевом течеискателе ? 1- для регулировки напряжения нагрева 2- для уменьшения времени выхода на режим 3- для повышения чувствительности. 5. Какое назначение газобалластного устройства ? 1- для регулировки давления на входе вакуумнасоса, 2- для улучшения откачки конденсирующихся газов, 3- для уменьшения шума при работе вакуумнасоса

3.2 Темы рефератов

– 1. Производство машиностроительных материалов. Типовой технологический процесс. Производство чистых металлов, сплавов, пластмасс, композитных и плакированных материалов. Методы получения порошковых материалов. Производство порошковых сталей. Получение наноматериалов. Производство стеклоподобных материалов и кристаллов. 2. Стандартизация в машиностроении. Точное машиностроение. Допуски и посадки, квалитеты. Шероховатость поверхности. Международная классификация операций в машиностроении. 3. Разъемные и неразъемные соединения материалов: Резьбовые и сварные соединения. Болтовые, шпоночные соединения. 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. Стандарты на обозначение элементов машиностроительных схем. 5. Технологичность в машиностроении. Технологичность конструкции детали, технологичность конструкции соединения. Расчетные методы оценки технологичности. 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 раз-личные точки зрения, а также собственное понимание проблемы.

3.3 Темы индивидуальных заданий

– 1. Металлизация конкретного пластмассового изделия 2. Формирование просветляющих покрытий на кристаллах 3. Формирование конкретных упрочняющих покрытий на конкретных изделиях 4. Формирование антикоррозийных покрытий на плоскостях, трубах или изделиях (внутри или снаружи) 5. Упрочнение конкретных изделий машиностроения 6. Нанесение декоративных покрытий под золото на конкретные изделия (на изделия из алюминия, полиэтиленовой пленки, стекло и тд) 7. Нанесение высококачественных полупрозрачных тонирующих покрытий на оптоэлек-тронные элементы. 8. Ионная обработка кристаллов (травление, очистка, полировка) 9. Модификация поверхности под действием ионного или электронного воздействия 10. Процесс магнетронного напыления полиэтиленовой пленки под золото. 11. Процесс напыления алюминиевого изделия под золото. 12. Процесс упрочнения штампов. 13. Упрочнение сверл напылением нитридов титана или циркония. 14. Упрочнение токарных резцов методом ионной имплантации. 15. Тонирование автомобильных стекол. 16. Напыление покрытий на инструменты. 17. Напыление нитрида титана или циркония на керамику. 18. Отжиг и очистка проволоки из различных материалов в тлеющем разряде. 19. Напыление нитрида циркония на стекло. 20 Изготовление антибликовых покрытий методом ионной обработки

3.4 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

Согласована на портале № 1175

3.5 Темы контрольных работ

– 1. Выбрать вариант реализации технологического процесса (напыление пленки, травление материала), определить граничные условия его реализации. 2. Составить типовую схему вакуумной системы с масляными средствами откачки газа; 3. Проставить диапазоны работы оборудования на вакуумной схеме и нарисовать график распределения. 4. Составить уравнение газового баланса процесса откачки вакуумной системы, Провести расчет необходимых откачных средств для конкретного технологического процесса 5. Рассчитать время откачки вакуумной системы 6. Рассчитать проводимость вакуумной коммуникации для конкретного технологического процесса 7. Провести расчет электрофизических параметров для конкретного технологического процесса 8. Нарисовать маршрутную и операционную карты конкретного технологического процесса 9. Разработать вариант адаптации конкретного технологического процесса под типовое вакуумное оборудование 10. Разработать вариант конструкции технологической оснастки для реализации кон-кретного технологического процесса. Обосновать применяемые материалы, допуски, посадки, квалитеты.

3.6 Темы лабораторных работ

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

3.7 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 стекла

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы : Учебное пособие для вузов / А. А. Барыбин. - М. : Физматлит, 2006. - 423[1] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 130 экз.)

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

4.2. Дополнительная литература

1. Процессы микро- и нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Т. И. Данилина [и др.] ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2005. - 316 с ISBN 5-86889-244-5 (наличие в библиотеке ТУСУР - 103 экз.)

2. Вакуумная электроника. Физико-технические основы : учебное пособие для вузов / А.

Согласована на портале № 1175

Д. Сушков. - СПб. : Лань, 2004. - 462[2] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 37 экз.)

3. 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.)

4. Вакуумная техника: Учебник для вузов / Л. Н. Розанов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1990. - 319[1] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)

5. Основы вакуумной техники : Учебник для техникумов / А. И. Пипко [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоиздат, 1981. - 430 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 14 экз.)

6. Электроника : Учебное пособие для вузов / А. А. Щука ; ред. : А. С. Сигов. - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. - 799[1] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

7. 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.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Основы вакуумных технологий: Методические указания к практическим занятиям для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Орликов Л. Н. - 2013. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3437, свободный.

2. Исследование проводимости вакуумных коммуникаций: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 - Электроника и наноэлектроника / Орликов Л. Н. - 2013. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3433, свободный.

3. Исследование вакуумной системы на герметичность: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 - Электроника и наноэлектроника / Орликов Л. Н. - 2013. 10 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3434, свободный.

4. Исследование процесса ионной обработки материалов: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Орликов Л. Н. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3435, свободный.

5. Основы вакуумных технологий: Методические указания по самостоятельной работе для студентов направления 210100.62 – «Электроника и наноэлектроника» / Орликов Л. Н. - 2013. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3438, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

Согласована на портале № 1175