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

Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники

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: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
4	Из них в интерактивной форме	32	32	часов
5	Самостоятельная работа	36	36	часов
6	Всего (без экзамена)	72	72	часов
7	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2	2	З.Е

Зачет: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 1166

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:

профессор каф. ЭП	_____	Орликов Л. Н.

Согласована на портале № 1166

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической 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.;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники» (Б1. Дисциплины (модули)) Б1. Дисциплины (модули) профессионального цикла обязательных дисциплин.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Безопасность жизнедеятельности, Вакуумные и плазменные приборы и устройства, Метрология, стандартизация и технические измерения.

Последующими дисциплинами являются: .

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 студент должен:

– **знать** физические принципы работы приборов 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 электроники и наноэлектроники; разрабатывать принципиальные схемы последовательностей технологических операций.

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

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	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
4	Из них в интерактивной форме	32	32	часов
5	Самостоятельная работа	36	36	часов
6	Всего (без экзамена)	72	72	часов
7	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2	2	З.Е

Согласована на портале № 1166

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	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Вакуумная технология	2	2	5	9	ПК-8, ПК-9
2	Расчет вакуумных систем	2	4	9	15	ПК-8, ПК-9
3	Подготовка изделий к технологическим операциям	2	2	5	9	ПК-8, ПК-9
4	Пленочная технология, эпитаксия	4	4	7	15	ПК-8, ПК-9
5	Сорбционные и десорбционные процессы	2	4	6	12	ПК-8, ПК-9
6	Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	2	0	1	3	ПК-8, ПК-9
7	Разработка инструкций по эксплуатации используемых технического оборудования и программного обеспечения для обслуживающего персонала.	4	2	3	9	ПК-8, ПК-9
	Итого	18	18	36	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
7 семестр				
1	Вакуумная технология	Средства получения вакуума. Диффузионные и бустерные насосы. Откачные средства специального назначения	2	ПК-8, ПК-9
2	Расчет вакуумных систем	Средства измерения давлений Погрешности при измерении давлений. Расчеты в течеискании и масспектрометрии.	2	ПК-8, ПК-9
3	Подготовка изделий к	Очистка воздуха для	2	ПК-8, ПК-

Согласована на портале № 1166

	технологическим операциям	технологических целей. Общая схема очистки деталей электронных приборов. Электрофизические методы очистки. Ионное травление материалов		9
4	Пленочная технология, эпитаксия	Процессы термического испарения материалов. Электронно-лучевое испарение сплавов. Процессы конденсации пленок. Методы повышения адгезии. Технология получения высококачественных пленок. Электрофизические методы формирования пленок на вакуумных установках. Технология формирования покрытий методом электродугового напыления	4	ПК-8
5	Сорбционные и десорбционные процессы	Адсорбция. Десорбционные процессы. Хемосорбция. Абсорбция. Константы равновесия. Энергия активации процесса. Диффузионное газовыделение	2	ПК-8, ПК-9
6	Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	Технический паспорт. Номенклатура оборудования по установленной мощности. Обозначение типов электрофизических установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	2	ПК-8, ПК-9
7	Разработка инструкций по эксплуатации используемых технического оборудования и программного обеспечения для обслуживающего персонала.	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. Инструкции по сервисному обслуживанию безмасляных вакуумных установок. Инструкции по монтажу вакуумных коммуникаций. Инструкции по сервисному обслуживанию электрооборудования вакуумных установок. Сервис отдельных блоков электрофизических установок. Сервисное обслуживание специальных установок	4	ПК-8, ПК-9
	Итого		18	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и

Согласована на портале № 1166

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	7
Предшествующие дисциплины								
1	Безопасность жизнедеятельности			+				+
2	Вакуумные и плазменные приборы и устройства	+	+	+	+			
3	Метрология, стандартизация и технические измерения						+	+

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			Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
ПК-8	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
ПК-9	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лекции	Всего
Решение ситуационных задач	10		10
Работа в команде	6		6
Презентации с использованием слайдов с обсуждением		16	16

Согласована на портале № 1166

Итого	16	16	32

7. Лабораторный практикум

Не предусмотрено РУП

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

№	Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
7 семестр				
1	Вакуумная технология	Проектирование вакуумных технологий	2	ПК-8, ПК-9
2	Расчет вакуумных систем	Расчет вакуумной системы для индивидуального задания	4	ПК-8
3	Подготовка изделий к технологическим операциям	Проектирование подготовительных операций и технологий	2	ПК-8, ПК-9
4	Пленочная технология, эпитаксия	Расчет электрофизических параметров источников частиц, необходимых для проведения операций	4	ПК-8, ПК-9
5	Сорбционные и десорбционные процессы	Расчет параметров технологических операций при сорбции и десорбции газа	4	ПК-8, ПК-9
6	Разработка инструкций по эксплуатации используемых технического оборудования и программного обеспечения для обслуживающего персонала.	Рекомендации по разработке и оформлению инструкций	2	ПК-8, ПК-9
	Итого		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 (час.)	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр					
1	Разработка инструкций по эксплуатации используемых технического оборудования и программного	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-8, ПК-9	Опрос на занятиях, Домашнее задание

Согласована на портале № 1166

	обеспечения для обслуживающего персонала.				
2	Сорбционные и десорбционные процессы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ПК-8, ПК-9	Опрос на занятиях, Домашнее задание
3	Пленочная технология, эпитаксия	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-8, ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Домашнее задание, Контрольная работа
4	Подготовка изделий к технологическим операциям	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-8, ПК-9	Опрос на занятиях, Домашнее задание
5	Расчет вакуумных систем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Домашнее задание, Контрольная работа
6	Вакуумная технология	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-8, ПК-9	Опрос на занятиях, Домашнее задание
7	Разработка инструкций по эксплуатации используемых технического оборудования и программного обеспечения для обслуживающего персонала.	Проработка лекционного материала	1	ПК-8, ПК-9	Конспект самоподготовки
8	Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	Проработка лекционного материала	1	ПК-8, ПК-9	Конспект самоподготовки
9	Сорбционные и десорбционные процессы	Проработка лекционного материала	1	ПК-8, ПК-9	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
10	Пленочная технология, эпитаксия	Проработка лекционного материала	1	ПК-8	Конспект самоподготовки
11	Подготовка изделий к технологическим операциям	Проработка лекционного материала	1	ПК-8, ПК-9	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
12	Расчет вакуумных систем	Проработка лекционного материала	1	ПК-8, ПК-9	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях

Согласована на портале № 1166

	Всего (без экзамена)	36		
13	Проработка лекционного материала	1	ПК-8, ПК-9	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	36		

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
7 семестр				
Домашнее задание	10	10	10	30
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
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)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)

Согласована на портале № 1166

3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Вакуумные и специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники: 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. 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-методическое пособие и программное обеспечение

1. Специальные вопросы технологии приборов оптической электроники: Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов направления 210100.62 – "Электроника и наноэлектроника" / Орликов Л. Н. – 2014. 32 с [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4072, свободный.
2. Специальные вопросы технологии приборов квантовой электроники: Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов направления 210100.62 – "Электроника и наноэлектроника" / Орликов Л. Н. – 2014. 32 с [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4073, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс, оборудованный компьютерами класса Pentium II и выше, включенный в сеть Internet. Действующие электрофизические установки для формирования оптических покрытий

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 1166

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

Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники

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: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

- профессор каф. ЭП Орликов Л. Н.

Зачет: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 1166

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-9	готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	Должен знать физические принципы работы приборов 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 ; Должен уметь ориентироваться в многообразии метрологии современных технологий, применяемых при производстве приборов электроники и наноэлектроники; разрабатывать принципиальные схемы последовательностей технологических операций.; Должен владеть основными навыками анализа достоинств и недостатков известных технологий формирования оптических материалов на элементах электроники и наноэлектроники.;
ПК-8	способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	

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 пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
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
Удовлетворительн	Обладает базовыми	Обладает основными	Работает при прямом

Согласована на портале № 1166

о (пороговый уровень)	общими знаниями	умениями, требуемыми для выполнения простых задач	наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-9

ПК-9: готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники.

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	физические принципы работы приборов электроники и наноэлектроники, включая метрологическое обеспечение;	ориентироваться в многообразии современных средств метрологического обеспечения;	основными навыками анализа достоинств и недостатков известных технологий метрологического обеспечения
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • 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)	• физические принципы работы приборов электроники и наноэлектроники, включая метрологию; ;	• свободно ориентироваться в многообразии современных технологий, применяемых при производстве приборов электроники и наноэлектроники; ;	• свободно владеет навыками анализа достоинств и недостатков известного метрологического обеспечения для формирования элементов электроники и наноэлектроники;

Согласована на портале № 1166

Хорошо (базовый уровень)	• знает основные приемы метрологического обеспечения.;	• в основном ориентироваться в многообразии современных метрологических технологий, применяемых при производстве приборов электроники и наноэлектроники; ;	• в основном владеет навыками анализа достоинств и недостатков известного метрологического обеспечения для формирования элементов электроники и наноэлектроники;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• имеет базовые знания по метрологии; ;	• умеет использовать типовое метрологическое оборудование.;	• частично владеет навыками анализа достоинств и недостатков известного метрологического обеспечения оборудования для формирования элементов электроники и наноэлектроники;

2.2 Компетенция ПК-8

ПК-8: способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники.

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	основные приемы построения последовательностей технологических операций при формировании и синтезе оптических материалов;	разрабатывать принципиальные схемы последовательностей технологических операций;	основными навыками анализа достоинств и недостатков известных технологий формирования оптических материалов на элементах электроники и наноэлектроники
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию;	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Зачет;

Согласована на портале № 1166

	• Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	

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)	• современные приемы построения последовательностей технологических операций при формировании и синтезе оптических материалов;	• творчески разрабатывать принципиальные схемы последовательностей технологических операций;	• свободно владеет основными навыками анализа достоинств и недостатков известных технологий формирования оптических материалов на элементах электроники и наноэлектроники;
Хорошо (базовый уровень)	• основные приемы построения последовательностей технологических операций при формировании и синтезе оптических материалов;	• разрабатывать принципиальные схемы последовательностей технологических операций;	• основными навыками для построения последовательности технологических операций формирования оптических материалов на элементах электроники и наноэлектроники;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• типовые приемы построения последовательностей технологических операций ;	• разрабатывать принципиальные схемы последовательностей технологических операций с использованием справочной литературы;	• базовыми знаниями для построения последовательности технологических операций ;

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.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Формирование зеркал с внешним отражающим слоем Изготовление акустоэлектронного элемента Изготовление оптоэлектронного элемента Формирование прозрачных теплообразующих покрытий на оконных стеклах Формирование полупрозрачных покрытий под золото на конкретные изделия из алюминия, полиэтиленовой пленки, стекла и тд Формирование просветляющих покрытий на ниобате лития Ионное формирование антибликовых покрытий Ионное травление ниобата лития. Изготовление волноводов на основе цинка, висмута, свинца на стеклах. Изготовление диффузионных волноводов на ниобате лития на основе титана. Процесс легирования диффузионного волновода Ионно-диффузионный метод изготовления оптического волновода на основе меди Разработать процесс формирования просветляющего покрытия (Cu/MgF2/LiNbO3) Разработать процесс ионного травления нанослоя MgF2 Разработать процесс легирования

Согласована на портале № 1166

поверхности ниобата лития железом Разработать процесс получения эпитаксиальных пленок алюминия Формирование теплообразующих покрытий на оконных стеклах Формирование конкретных упрочняющих покрытий на конкретных изделиях Формирование антикоррозийных покрытий на плоскостях, трубах или изделиях (внутри или снаружи) Упрочнение конкретных изделий машиностроения (коленчатых и распределительных валов, конкретных инструментов и т.д.) Нанесение декоративных покрытий под золото на конкретные изделия (на изделия из алюминия, полиэтиленовой пленки, стекло и т.д.) Нанесение высококачественных полупрозрачных тонирующих покрытий на (стекле, полимере или кристалле). Ионная обработка конкретного материала (травление, очистка, полировка) Модификация поверхности под действием ионного или электронного воздействия

3.2 Темы домашних заданий

– Разработка инструкций по эксплуатации используемых технического оборудования и программного обеспечения для обслуживающего персонала; Сорбционные и десорбционные процессы Пленочная технология, эпитаксия; Подготовка изделий к технологическим операциям; Расчет вакуумных систем Вакуумная технология

3.3 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 индивидуальному заданию

3.4 Темы опросов на занятиях

– Адсорбция. Десорбционные процессы. Хемосорбция. Абсорбция. Константы равновесия. Энергия активации процесса. Диффузионное газовыделение

– Очистка воздуха для технологических целей. Общая схема очистки деталей электронных приборов. Электрофизические методы очистки. Ионное травление материалов

– Средства измерения давлений Погрешности при измерении давлений. Расчеты в течеискании и масспектрометрии.

– Средства получения вакуума. Диффузионные и бустерные насосы. Откачные средства специального назначения

3.5 Темы контрольных работ

– Расчет вакуумных систем

– Пленочная технология, эпитаксия

3.6 Зачёт

– 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.

– Обозначение типов электрофизических установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения

– Хемосорбция. Абсорбция. Константы равновесия. Энергия активации процесса

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

– Электрофизические методы очистки. Ионное травление материалов

– Средства измерения давлений Погрешности при измерении давлений.

– Диффузионные и бустерные насосы. Откачные средства специального назначения

Согласована на портале № 1166

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. 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. 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.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Специальные вопросы технологии приборов оптической электроники: Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов направления 210100.62 – "Электроника и наноэлектроника" / Орликов Л. Н. – 2014. 32 с [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4072, свободный.
2. Специальные вопросы технологии приборов квантовой электроники: Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов направления 210100.62 – "Электроника и наноэлектроника" / Орликов Л. Н. – 2014. 32 с [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4073, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

Согласована на портале № 1166