МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор-
проректор по учебной работе
_____ П.Е.Троян
«20» 05 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУР

Уровень основной образовательной программы бакалавриат

Направления подготовки **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Профиль(и) **«Микроэлектроника и твердотельная электроника»**

Форма обучения очная

Факультет электронной техники (ФЭТ)

Кафедра физической электроники (ФЭ)

Курс 2 **Семестр** 4

Учебный план набора 2016 года и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Всего	Единицы
1.	Лекции				36						часов
2.	Лабораторные работы				16						часов
3.	Практические занятия				18						часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)				-						часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)				70						часов
6.	Из них в интерактивной форме				8						часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)				38						часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)				108						часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена				36						часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)				144						часов
	(в зачетных единицах)				4						ЗЕТ

Экзамен 4 **семестр**

Томск 2016

Согласована на портале № 10549

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 68 от « 5 » 5 2016 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) третьего поколения по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (квалификация (бакалавр), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 г. № 218.

Рабочая программа учебной дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры физической электроники от « 5 » мая 2016 г., протокол № 68.

Разработчик:
Профессор кафедры ФЭ _____ / Т.И.Данилина

Заведующий кафедрой
Профессор кафедры ФЭ _____ / П.Е. Троян

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

Декан ФЭТ _____ / А.И. Воронин

Зав. профилирующей кафедрой ФЭ _____ / П.Е. Троян

Зав. выпускающей кафедрой ФЭ _____ / П.Е. Троян

Эксперты:
Председатель методической комиссии факультета ФЭТ _____ / И.А.Чистоедова

Председатель методической комиссии кафедры ФЭ _____ / И.А. Чистоедова

Согласована на портале № 10549

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является формирование базовых знаний в области вакуумных и плазменных технологий получения нанослоев, способов получения высокого вакуума, в области применения технологического вакуумного оборудования на этапах производства изделий микроэлектроники.

Задачи дисциплины:

- изучение основ вакуумной техники;
- изучение вакуумно-плазменных методов осаждения нанослоев;
- освоение технологического оборудования на этапах производства изделий микроэлектроники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

В соответствии с основной образовательной программой по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» дисциплина «Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур» относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана (Б1.В.ОД4).

Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин: физика, математика, химия.

Основные положения дисциплины необходимы студентам при изучении дисциплин: «Физика пленочных наноструктур», «Процессы микро- и нанотехнологий», «Основы технологии электронной компонентной базы», «Технология кремниевой наноэлектроники».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-8).

Готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники (ПСК-2).

3.2. В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: основы вакуумных и плазменных технологий, оборудование для получения микро- и наноструктур;

уметь: сравнивать различные вакуумные и плазменные методы получения нанослоев, выбирать требуемое вакуумное оборудование;

владеть: практическими навыками работы на вакуумных технологических установках, выполнять работы по подготовке вакуумного производства изделий электронной техники.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	**70**	**70**
В том числе:		
Лекции	36	36
Лабораторные работы	16	16
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа (всего)	**38**	**38**
В том числе:		
Подготовка к практическим занятиям и контрольным работам	18	18
Расчетно-графические работы	10	10
Подготовка к лабораторным работам, составление отчетов	10	10
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	36	36
Общая трудоемкость час	144	144
Зачетные единицы трудоемкости	**4**	**4**

Согласована на портале № 10549

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практич. занятия.	Лабораторные работы	Самост. работа студента	Всего час	Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК)
1.	Введение	2				2	ПК-8
2.	Способы получения высокого вакуума	8	6	8	12	34	ПК-8, ПСК-2
3.	Выбор вакуумных насосов	4	2		4	10	ПК-8, ПСК-2
4.	Методы измерения давления газов	4			2	6	ПК-8, ПСК-2
5.	Практические рекомендации по выбору вакуумного оборудования	6	2		10	18	ПК-8, ПСК-2
6.	Вакуумные методы получения нанослоев	6	4	4	6	20	ПК-8, ПСК-2
7.	Ионно-плазменные методы получения нанослоев	6	4	4	4	18	ПК-8, ПСК-2

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК)
1	Введение	Роль вакуумных и плазменных технологий в микро- и наноэлектронике	2	ПК-8
2	Способы получения высокого вакуума	Основные законы вакуумной техники. Механические, паромасляные диффузионные насосы, физико-химические методы получения высокого вакуума.	8	ПК-8, ПСК-2
3	Выбор вакуумных насосов	Расчеты параметров для выбора насосов для конкретных применений	4	ПК-8, ПСК-2
4	Методы измерений давлений газов	Тепловые и ионизационные вакуумметры. Вакуумметры для измерения сверхнизких давлений газов.	4	ПК-8, ПСК-2
5	Практические рекомендации по выбору вакуумного оборудования	Выбор вакуумных насосов для конкретных применений. Современные типовые установки для технологических целей.	6	ПК-8, ПСК-2
6	Вакуумные методы получения нанослоев	Термическое испарение в вакууме. Скорость осаждения. Практические рекомендации. Методы контроля толщины нанослоев.	6	ПК-8, ПСК-2
7	Ионно-плазменные методы получения нанослоев	Основные характеристики плазмы. Различные способы осаждения нанослоев. Активируемые плазмой методы получения нанослоев	6	ПК-8, ПСК-2

Согласована на портале № 10549

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин						
		1	2	3	4	5	6	7
Предшествующие дисциплины								
1	Математика		+	+			+	+
2	Физика		+		+		+	+
Последующие дисциплины								
1	Технология кремниевой наноэлектроники	+	+			+	+	+
2	Основы технологии электронной компонентной базы					+	+	+
3	Процессы микро- и нанотехнологий		+	+		+	+	+
4	Конструкторско-технологическое обеспечение производства изделий микроэлектроники					+	+	+
5	Физика пленочных наноструктур						+	+

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

Перечень компетенций	Виды занятий				Формы контроля
	Л	Лаб.раб.	Пр.	СРС	
ПК-8	+	+	+	+	Контрольные работы. Выполнение практических заданий, индивидуальных заданий. Отчеты по лабораторным работам.
ПСК-2	+	+	+	+	Отчеты по лабораторным работам и практическим занятиям, самостоятельная работа студентов.

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы / Формы	Лекции (час)	Практические занятия (час)	Лабораторные работы (час)	Всего
Тесты	4			4
Исследовательский метод решения ситуационных практико-ориентированных задач		4		4
Итого интерактивных занятий				8

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1.	**2, 3**	Механические вакуумные насосы для предварительной откачки вакуумной установки	4	ПК-8, ПСК-2
2.	**2, 3, 4**	Вакуумные напылительные установки	4	ПК-8, ПСК-2
3.	**2,3,4,6**	Осаждение резистивных и проводящих пленок методом термического испарения в вакууме	4	ПК-8, ПСК-2
4.	**4,5,7**	Ионно-плазменный метод получения нанослоев	4	ПК-8, ПСК-2

Согласована на портале № 10549

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК
1.	**2**	Определение основных параметров механических насосов	2	ПК-8, ПСК-2
2.	**2, 3**	Расчет эффективной скорости откачки	2	ПК-8, ПСК-2
3.	**2, 3**	Расчет параметров диффузионных насосов	2	ПК-8, ПСК-2
4.	**2,3**	Расчет параметров конденсационных и криоадсорбционных насосов	2	ПК-8, ПСК-2
5.	**2,3,5**	Расчет выбора вакуумных насосов для обеспечения заданного давления газа	2	ПК-8, ПСК-2
6.	**6**	Расчет времени осаждения пленок при термическом испарении в вакууме	4	ПК-8, ПСК-2
7.	**7**	Расчет времени напыления пленок при ионно-плазменном распылении	4	ПК-8, ПСК-2

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК	Контроль выполнения работы
1.	**1,7**	Подготовка к контрольным работам	8	ПК-8, ПСК-2	Контрольные работы
2	**2,3,6,7**	Подготовка к практическим занятиям	10	ПК-8, ПСК-2	Выполнение практических заданий
3.	**2,3,4,5,6,7**	Подготовка к лабораторным работам и защита отчетов	10	ПК-8, ПСК-2	Отчеты по лабораторным работам
4.	**2, 5**	Выполнение индивидуальных заданий	10	ПК-8, ПСК-2	Расчетно-графические работы

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

не предусмотрено

11. РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

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
Посещение занятий	3	3	4	**10**
Контрольная работа № 1		10		**10**
Индивидуальные задания		13		**13**
Контрольная работа № 2 (тестовая)		10		**10**
Практические занятия	12	8	7	**27**
Выполнение и защита лабораторных работ			24	**24**
Компонент своевременности	2	2	2	**6**
Итого максимум за период:	**17**	**46**	**37**	**100**
Нарастающим итогом	**17**	**63**	**100**	**100**

Согласована на портале № 10549

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

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)
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

12.1.1. Данилина Т.И. Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур. – Учебное пособие.-Томск: ТУСУР, 2012.- 90 с.- [электронный ресурс] - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id 231

12.2 Дополнительная литература

12.2.1. Розанов Л.Н. Вакуумная техника. – М.: ВШ, 1990. – 320 с. (4 экз.)

12.2.2. Вакуумная техника. Справочник. Под ред. Е.С. Фролова, В.Е. Минайчева. – М.: Машиностроение, 1985. – 360 с. (10 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

12.3.1. Данилина Т.И. Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур. – Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе для подготовки студентов по направлениям 210100.62 «Электроника и наноэлектроника» и 222900.62 «Нанотехнологии и микросистемная техника» – Томск: ТУСУР, 2012. - 20 с.– [электронный ресурс] - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id 231

12.3.2. Данилина Т.И. Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур. – Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов направлений 210100.62 «Электроника и наноэлектроника» и 222900.62 «Нанотехнологии и микросистемная техника» – Томск: ТУСУР, 2013.- 28 с.– [электронный ресурс] - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id 231

12.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации лекционных и практических занятий необходимы: компьютер с установленным программным обеспечением (п. 12.3), проектор и экран.

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории кафедры Физической электроники, оснащенной вакуумным технологическим оборудованием.

Согласована на портале № 10549

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ **П. Е. Троян**

«___» _____ 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ *ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ (ПРАКТИКЕ)*

Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур
(полное наименование учебной дисциплины или практики)

Уровень основной образовательной программы бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Направление(я) подготовки (специальность)11.03.04 Электроника и наноэлектроника
(полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль(и) «Микроэлектроника и твердотельная электроника»
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности))

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет электронной техники (ФЭТ)
(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедра физической электроники (ФЭ)
(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс 2 **Семестр 4**

Учебный план набора 2016 года и последующих лет.

Зачет _____семестр **Диф. зачет _____ семестр**

Экзамен 4 семестр

Разработчики: профессор каф. ФЭ Данилина Т.И.

Томск 2016

Согласована на портале № 10549

1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур» 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 «Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур» используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной «Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур» компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ПК-8	Способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	Знать основы вакуумных и плазменных технологий, технологическое оборудование для получения изделий микроэлектроники; **Уметь** решать задачи по выбору параметров вакуумного оборудования и технологии напыления нанослоев; **Владеть** практическими навыками работы на вакуумном технологическом оборудовании, выполнять работы по напылению нанослоев.

Согласована на портале № 10549

ПСК-2	Готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники	**Знать** современное технологическое оборудование, используемое на этапах разработки и производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники. **Уметь** выбирать технологическое оборудование для конкретного применения; **Владеть** практическими навыками работы на вакуумном технологическом оборудовании, навыками по напылению микро- и нанослоев.

2 Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-8

ПК-8: Способность 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 2.

Согласована на портале № 10549

Таблица 2.– Этапы формирования компетенции ПК-8 и используемые средства оценивания

1. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	**Знать** основы вакуумных и плазменных технологий, технологическое оборудование для получения изделий микроэлектроники	**Уметь** решать задачи по выбору параметров вакуумного оборудования и технологии напыления нанослоев;	**Владеть** практическими навыками работы на вакуумном технологическом оборудовании, выполнять работы по напылению нанослоев.
Виды занятий	Лекции; Практические занятия; Индивидуальные задания	Практические занятия; Лабораторные работы; Индивидуальные задания	Практические занятия; Лабораторные работы
Используемые средства оценивания	Контрольные работы; Тесты; Защита индивидуальных заданий; Выполнение практических занятий	Контрольные работы; Выполнение лабораторных работ; Защита отчетов; Защита индивидуальных заданий; Выполнение практических занятий	Выполнение лабораторных работ, защита отчетов; Защита практических занятий

Согласована на портале № 10549

2 Компетенция ПСК-2

ПСК-2: Готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники.

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 ПСК-2 и используемые средства оценивания

2. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	**Знать** современное технологическое оборудование, используемое на этапах разработки и производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники. .	**Уметь** выбирать технологическое оборудование для конкретного применения	**Владеть** практическими навыками работы на вакуумном технологическом оборудовании, навыками по напылению микро- и нанослоев..
Виды занятий	Лекции; Практические занятия; Индивидуальные задания;	Практические занятия; Лабораторные работы; Индивидуальные задания;	Практические занятия; Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	Контрольные работы; Тесты; Защита индивидуальных заданий; Выполнение практических занятий	Контрольные работы; Выполнение лабораторных работ и защита отчетов; Индивидуальные задания; Защита практических занятий	Выполнение лабораторных работ и защита отчетов; Защита практических занятий

Согласована на портале № 10549

1.Компетенция ПК-8 - Способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции ПК-8 приведена в таблице 5.

Таблица 5 - Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	**Знает** основы вакуумных и плазменных технологий, технологическое оборудование для получения изделий	**Умеет** решать задачи по выбору параметров вакуумного оборудования и технологии напыления наносло-ев;	**Владеет** практическими навыками работы на вакуумном технологическом оборудовании, способен

Согласована на портале № 10549

	микроэлектроники		самостоятельно выполнять работы по напылению нанослоев.
Хорошо (базовый уровень)	**Знает** основы вакуумных и плазменных технологий, технологическое оборудование для получения изделий микроэлектроники	**Умеет** решать задачи по выбору параметров вакуумного оборудования и технологии напыления нанослоев; .	Владеет практическими навыками работы на вакуумном технологическом оборудовании, выполняет работы по напылению нанослоев под руководством оператора.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	**Знает** основы вакуумных и плазменных технологий, технологическое оборудование для получения изделий микроэлектроники	Умеет решать простые задачи.	Может работать на технологическом оборудовании при прямом участии оператора.

2. Компетенция ПСК-2 - Готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам приведены в **таблице 6**.

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции 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	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в

Согласована на портале № 10549

		исследования	решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции ПСК-2 приведена в таблице 7.

Таблица 7 - Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Знает современные процессы процессы вакуумно-плазменных методов получения наноструктур, понимает области конкретного применения технологического оборудования	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для сравнения различных вакуумно-плазменных методов получения нанослоев.	Владеет практическими навыками работы на современном вакуумном технологическом оборудовании, способен самостоятельно выполнять работы по напылению нанослоев.
Хорошо (базовый уровень)	Знает технологические процессы вакуумно-плазменных методов получения наноструктур.	Умеет выбирать технологическое оборудование для конкретного применения.	Владеет практическими навыками работы на вакуумном технологическом оборудовании, выполняет работы по напылению нанослоев под руководством оператора.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Знает базовые процессы вакуумно-плазменных методов получения наноструктур.	Умеет решать простые задачи по выбору технологического оборудования.	Может работать на технологическом оборудовании при прямом участии оператора.

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе: тесты, контрольные работы, индивидуальные задания, практические задания, лабораторные работы, экзамен.

Согласована на портале № 10549

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

3.1. Контрольные работы:

Тема контрольной работы № 1 – Вакуумно-технологическое и контрольно-измерительное оборудование;

Тема контрольной работы № 2 – Вакуумно-плазменные технологические процессы получения нанослоев.

3.2. Тесты по следующим разделам:

1) Основы вакуумной техники;

2) Способы получения высокого вакуума;

3) Выбор вакуумных насосов;

4) Методы измерения давления газов.

3.3. Выполнение домашних индивидуальных заданий на тему: «Расчет выбора вакуумных насосов для обеспечения заданного давления газа в конкретной технологической установке».

3.4. Темы практических занятий:

1) Определение основных параметров механических насосов;

2) Расчет эффективной скорости откачки;

3) Расчет параметров диффузионных насосов;

4) Расчет параметров конденсационных и криоадсорбционных насосов;

5) Расчет выбора вакуумных насосов для обеспечения заданного давления газа;

6) Расчет времени осаждения пленок при термическом испарении в вакууме;

7) Расчет времени напыления пленок при ионно-плазменном распылении.

3.5. Лабораторные работы:

1) Механические вакуумные насосы для предварительной откачки вакуумной установки;

2) Вакуумные напылительные установки;

3) Осаждение резистивных и проводящих пленок методом термического испарения в вакууме;

4) Ионно-плазменный метод получения нанослоев.

3.6. Экзамен:

Согласована на портале № 10549

1) Основное уравнение вакуумной техники. На что влияет проводимость трубопроводов и от чего она зависит?

2) Криоконденсационные насосы. Как зависят характеристики насосов от температуры криопанели?

3) Показать необходимость высокого вакуума при напылении пленок. Определить границы по давлению.

4) Механические насосы. Основные характеристики.

5) Принцип работы одноступенчатого диффузионного насоса. Что будет, если в насосе использовать в качестве рабочей жидкости ртуть или воду?

6) Основное уравнение вакуумной техники. Объяснить, что такое коэффициент использования насоса.

7) Способ получения высокого вакуума с помощью криоадсорбционных насосов.

8) Как произвести выбор вакуумного насоса в установившемся режиме?

9) Что такое эффективная скорость откачки? Как ее определить в зависимости от режимов течения газов по трубопроводам?

10) Как произвести выбор вакуумного насоса в неустановившемся режиме?

11) Как зависит скорость конденсации при термическом испарении от расстояния испаритель-подложка?

12) Получение пленок из тугоплавких металлов ионно-плазменным распылением. Скорость распыления.

13) Особенности испарений соединений и сплавов при термическом испарении.

14) Как изменится время напыления с увеличением температуры испарения?

15) Рассмотреть процесс испарения путем нагрева ускоренными электронами.

16) Скорость осаждения пленок при ионно-плазменном распылении. Параметры, с помощью которых можно управлять временем напыления пленок.

17) Требования к вакууму в ионно-плазменных методах получения нанослев.

18) Объяснить зависимость скорости испарения от температуры испарения.

19) Рассмотреть процесс распыления в тлеющем разряде.

20) Плазменные методы получения нанослоев сложных веществ.

4 Методические материалы

Согласована на портале № 10549

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

4.1. Основная литература

4.1.1. Данилина Т.И. Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур. – Учебное пособие.-Томск: ТУСУР, 2012.- 90 с.- [электронный ресурс] - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id 231

4.2. Дополнительная литература

4.2.1. Розанов Л.Н. Вакуумная техника. – М.: ВШ, 1990. – 320 с. (4 экз.)

4.2.2. Вакуумная техника. Справочник. Под ред. Е.С. Фролова, В.Е. Минайчева. – М.: Машиностроение, 1985. – 360 с. (10 экз.)

4.3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение

4.3.1. Данилина Т.И. Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур. – Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе для подготовки студентов по направлениям 210100.62 «Электроника и наноэлектроника» и 222900.62 «Нанотехнологии и микросистемная техника» – Томск: ТУСУР, 2012. - 20 с.– [электронный ресурс] - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id 231

4.3.2. Данилина Т.И. Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур. – Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов направлений 210100.62 «Электроника и наноэлектроника» и 222900.62 «Нанотехнологии и микросистемная техника» – Томск: ТУСУР, 2013.- 28 с.– [электронный ресурс] - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id 231

4.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

4.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации лекционных и практических занятий необходимы: компьютер с установленным программным обеспечением (п. 12.3), проектор и экран.

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории кафедры Физической электроники, оснащенной вакуумным технологическим оборудованием.

Согласована на портале № 10549