

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего образования«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

«___» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ИОННО-ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИКРО- И НАНОСТРУКТУР (ГПО-2)

Уровень профессионального образования: высшее образование - бакалавриат

Направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»Направленность (профиль) Нанотехнологии в электронике и микросистемной техникеФорма обучения очнаяФакультет электронной техники (ФЭТ)Кафедра физической электроники (ФЭ)Курс 3Семестр 5Учебный план набора 2014 года.

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					-				-	часов
2.	Лабораторные работы					-				-	часов
3.	Практические занятия					108				108	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)					-				-	часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)					108				108	часов
6.	Из них в интерактивной форме					10				10	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)					108				108	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)					216				216	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена					-				-	часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)					216				216	часов
	(в зачетных единицах)					6				6	ЗЕ

Диф. зачет 5 семестр

Томск 2016

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) направления 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 6 марта 2015 г. № 177, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры физической электроники от « 08 » 09 2016 г., протокол № 73.

Разработчик:

Ассистент кафедры ФЭ _____ / В.В. Каранский

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Ионно-плазменные технологии изготовления микро- и наноструктур (ГПО-2)» состоит в изучении методов изготовления микро- и наноструктур для изделий нано- и микросистемной техники.

Задачей изучения дисциплины «Ионно-плазменные технологии изготовления микро- и наноструктур (ГПО-2)» является приобретение умений и навыков проведения расчетов параметров микро- и наноструктур для изделий нано- и микросистемной техники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

В соответствии с ОПОП дисциплина «Ионно-плазменные технологии изготовления микро- и наноструктур (ГПО-2)» относится к дисциплинам вариативной части образовательной программы бакалавриата по направлению 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» (Б1.В.ДВ.4).

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изучаемых дисциплинах: планирование эксперимента, вакуумно-плазменные методы получения наноструктур, вакуумная и плазменная электроника, инструментальное обеспечение в нанотехнологии (ГПО-1), учебно-исследовательская работа в семестре.

На материалах, изучаемых в данной дисциплине, базируются следующие дисциплины учебного плана, изучаемые позднее: основы технологии электронной компонентной базы, методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем, процессы микро- и нанотехнологий, физические основы микро- и наносистемной техники, электрофизические методы исследования наноструктур (ГПО-3), технологическое оборудование микро- и нанотехнологий (ГПО-4), учебно-исследовательская работа в семестре.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Изучение дисциплины направлено на формирование у бакалавров следующих профессиональных компетенций (ПК):

- готовностью работать на современном технологическом оборудовании, используемом в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-10).
- готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представить материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3).
- готовностью использовать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-8).

3.2. В результате изучения дисциплины бакалавр должен:

знать:

- базовые технологические процессы для изготовления микро- и наноструктур;
- физико-химические основы технологических процессов изготовления микро- и наноструктур;
- правила оформления материалов, научных отчетов, публикаций и презентаций;
- современное технологическое оборудование, используемое при изготовлении микро- и наноструктур.

уметь:

- уметь применять методы контроля параметров и характеристик микро- и наноструктур на разных этапах изготовления;
- проводить расчет оптимальных режимов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники;
- применять методы анализа и обработки экспериментальных данных;
- разрабатывать технологический маршрут для изготовления микро- и наносистем.

владеть:

- навыками работы на технологическом оборудовании;
- методами контроля технологического процесса на разных этапах изготовления микро- и наноструктур;
- методами обработки результатов измерения параметров и характеристик микро- и наноструктур.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		5
Аудиторные занятия (всего)	108	108
В том числе:		
Лекции	-	-
Практические занятия	108	108
Самостоятельная работа (всего)	108	108
В том числе:		
Изучение и анализ литературы	36	35
Индивидуальное творческое задание	64	64
Подготовка отчета по ГПО	8	9
Общая трудоемкость час	216	216
Зачетные Единицы Трудоемкости	6	6

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практические занятия	Самост. работа студента	Всего час	Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК)
1.	Современные тенденции развития технологии микро- и наноструктур.	-	2	7	9	ПК-3,8,10
2.	Физические и химические свойства плазмы.	-	9	9	18	ПК-3,8,10
3.	Основные виды электрического разряда в газе и их применение в технологии изготовления микро- и наноструктур.	-	9	9	18	ПК-3,8,10
4.	Физико-химические основы процессов взаимодействия активных частиц плазмы с поверхностью.	-	18	9	27	ПК-3,8,10
5.	Процессы и технологии плазменной обработки микро- и наноструктур.	-	36	36	72	ПК-3,8,10
6.	Методы контроля параметров ионно-плазменных технологий.	-	18	19	37	ПК-3,8,10
7.	Методы обработки результатов и их применение для анализа свойств, параметров микро- и наноструктур.	-	16	19	35	ПК-3,8,10
ИТОГО		-	108	108	216	ПК-3,8,10

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Не предусмотрено.

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.	Планирование эксперимента	-	-	-	-	-	-	+
2.	Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур	-	+	+	+	+	+	-
3.	Вакуумная и плазменная электроника	-	+	+	+	-	-	-
4.	Инструментальное обеспечение в нанотехнологии (ГПО-1)	+	-	-	-	-	-	+
5.	Учебно-исследовательская работа в семестре	+	-	-	-	-	-	+
Последующие дисциплины								
1.	Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем	-	-	-	-	-	+	-
2.	Процессы микро- и нанотехнологий	+	+	+	+	+	+	-
3.	Основы технологии электронной компонентной базы	+	+	+	+	+	+	-
4.	Физические основы микро- и наносистемной техники	+	-	-	-	+	+	-
5.	Электрофизические методы исследования наноструктур (ГПО-3)	+	+	+	+	+	+	+
6.	Технологическое оборудование микро- и нанотехнологий (ГПО-4)	+	+	+	+	+	+	+
7.	Учебно-исследовательская работа в семестре	+	+	+	+	+	+	+

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

Перечень компетенций	Виды занятий		Формы контроля
	ПЗ	СРС	
ПК-3	+	+	Опрос на практическом занятии; отчет по индивидуальному творческому заданию; защита индивидуального творческого задания; защита отчетов по ГПО
ПК-8	+	+	Опрос на практическом занятии; отчет по индивидуальному творческому заданию; защита индивидуального творческого задания; защита отчетов по ГПО
ПК-10	+	+	Опрос на практическом занятии; отчет по индивидуальному творческому заданию; защита индивидуального творческого задания; защита отчетов по ГПО

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Формы	Практические занятия (час)	Всего
<i>Мультимедийные презентации с видеороликами и раздаточным материалом с последующим обсуждением</i>		4	4
<i>Работа в команде</i>		6	6
Итого интерактивных занятий		10	10

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Не предусмотрено.

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК
1.	1	Современные тенденции развития технологии микро- и наноструктур.	2	ПК-3,8,10
2.	2	Физические и химические свойства плазмы. Плазма: основные понятия и свойства. Место плазменных процессов в технологии изготовления микро- и наноструктур.	9	ПК-3,8,10
3.	3	Основные виды электрического разряда в газе и их применение в технологии изготовления микро- и наноструктур. не-самостоятельный газовый разряд. Тлеющий разряд постоянного тока. Дуговой разряд. Искровой разряд. Коронный разряд.	9	ПК-3,8,10
4.	4	Физико-химические основы процессов взаимодействия активных частиц плазмы с поверхностью. Классификация процессов взаимодействия активных частиц плазмы с поверхностью. Физика процессов распыления материалов при ионной бомбардировки.	18	ПК-3,8,10
5.	5	Процессы и технологии плазменной обработки микро- и наноструктур. Место и роль плазмохимических и ионно-плазменных процессов в технологии изготовления микро- и наноструктур. Магнетронное распыление. Ионно-плазменное распыление. Плазмохимическое осаждение. Ионно-лучевое напыление.	36	ПК-3,8,10
6.	6	Методы контроля параметров ионно-плазменных технологий. Метод зондов Ленгмюра. Масс-спектрометрия. Электронная Оже-спектроскопия. Атомно-силовая микроскопия.	18	ПК-3,8,10
7.	7	Методы обработки результатов и их применение для анализа свойств, параметров микро- и наноструктур.	16	ПК-3,8,10

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика самостоятельной работы (детализация)	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК	Контроль выполнения работы
1.	1-7	Изучение и анализ литературы	36	ПК-3,8,10	Опрос на практических занятиях
2.	1-7	Выполнение и защита индивидуального творческого задания	64	ПК-3,8,10	Отчет по индивидуальному творческому занятию
3.	1-7	Выполнение и защита отчета по ГПО	8	ПК-3,8,10	Отчет по ГПО

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
Выполнение промежуточных этапов разработки проекта в соответствии с техническим заданием и календарным планом проекта	10	10	10	30
Публикации и доклады участников проектных групп на научно-технических конференциях различного уровня			8	8
Посещение занятий	12	12	8	32
Итого максимум за период:	22	22	26	70
Отчетная составляющая балльной оценки участников проекта. Выставляется на этапе защиты ГПО.				30
Нарастающим итогом	22	44	70	100

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)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
65 – 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 – 64	E (посредственно)
	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Вопросы для подготовки к зачету:

В соответствии с техническим заданием группового проектного обучения <https://gpo.tusur.ru/manage/chairs/18/projects>.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1 Основная литература

1. Данилина Т.И. Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2012. – 89 с. <https://edu.tusur.ru/publications/3871>
2. Аксенов А.И., Окс Е.М., Злобина А.Ф. Вакуумная и плазменная электроника: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2007. – 164 с. (101)
3. Данилина Т.И., Кагадей В.А., Анищенко Е.В. Технология кремниевой нанoeлектроники: Учебное пособие. – Томск: В-Спектр, 2011. – 263 с. http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Danilina/Данилина_ТИ_-_ТКН.zip

12.2 Дополнительная литература

1. Нанотехнологии в электронике: Монография / Н.И. Боргардт и др. ред. Ю.А. Чаплыгин. Московский государственный институт электронной техники. – М.: Техносфера, 2005. – 446 с. (20)
2. Зондовые нанотехнологии в электронике / В.К. Неволин. – М.: Техносфера, 2005. – 147 с. (9)
3. Основы нанoeлектроники: Учебное пособие для вузов / В.П. Драгунов, И.Г. Неизвестный, В.А. Гридчин. – 2-е изд., исп. и доп. – Новосибирск: НГТУ, 2004. – 494 [2] с. (20)

12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

1. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Физика низкоразмерных структур»: к самостоятельной работе / М.М. Симунин. Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский университет «МИЭТ» (М.). – М.: МИЭТ, 2011. – 128 с. (1)
2. Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе студентов по дисциплине «Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур» к самостоятельной работе / Т.И. Данилина. Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники «ТУСУР». – М.: ТУСУР, 2013. – 20 с. <https://edu.tusur.ru/publications/3868>
3. Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе студентов по дисциплине «Планирование эксперимента» к самостоятельной работе В.А. Мухачев. Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники «ТУСУР». – М.: ТУСУР, 2012. – 14 с. http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=235

12.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научно-образовательный портал ТУСУР - <https://edu.tusur.ru/>
2. Издательство «Лань» Электронно-библиотечная система - <http://e.lanbook.com/>

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации программы учебной дисциплины используется материально-техническое обеспечение кафедры физической электроники.

14. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для выполнения проекта создается группа студентов, назначается руководитель из числа преподавателей или научных сотрудников кафедры, а из числа студентов назначается ответственный исполнитель проекта. В проектную группу могут привлекаться студенты других кафедр, факультетов и университетов.

Основой проекта является индивидуальная работа каждого участника группы. Результаты работы обсуждаются на совещаниях, которые проводятся один раз в неделю. Председателем совещания является руководитель проекта.

Проекты выполняются по техническим заданиям, структура и содержание которых соответствуют ГОСТ 2.114-95. Техническое задание составляется студентами и согласовывается с руководителем проекта и утверждается заведующим выпускающей кафедрой. Техническое задание может корректироваться по результатам выполнения отдельных этапов, а все изменения должны оформляться протоколом.

Техническое задание составляется по этапам (семестрам) с указанием содержания работ каждого студента. Работа заканчивается предъявлением к защите отчетов. При этом должны быть приложены все необходимые документы, предусмотренные техническим заданием.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента образования
(Проректор по учебной работе)

_____ П.Е. Троян
«__» _____ 2016 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
ИОННО-ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИКРО- И
НАНОСТРУКТУР (ГПО-2)**

Уровень профессионального образования: высшее образование - бакалавриат _____

Направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» _____

Направленность (профиль) Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике _____

Форма обучения очная _____

Факультет электронной техники (ФЭТ) _____

Кафедра физической электроники (ФЭ) _____

Курс 3 _____

Семестр 5 _____

Учебный план набора 2014 года.

Диф. зачет 5 семестр

Разработчик:

Ассистент кафедры ФЭ _____

_____ / В.В. Каранский

Томск 2016

1. ВВЕДЕНИЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе учебной дисциплины «Ионно-плазменные технологии изготовления микро- и наноструктур» и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), индивидуальные творческие задания и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по учебной дисциплине «Ионно-плазменные технологии изготовления микро- и наноструктур» используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной «Ионно-плазменные технологии изготовления микро- и наноструктур» компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ПК-10	- готовностью работать на современном технологическом оборудовании, используемом в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.	<i>знать</i> современное технологическое оборудование, используемое при изготовлении микро- и наноструктур. <i>уметь</i> применять методы контроля параметров и характеристик микро- и наноструктур на разных этапах изготовления; <i>владеть</i> навыками работы на технологическом оборудовании.
ПК-3	- готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представить материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.	<i>знать</i> правила оформления материалов, научных отчетов, публикаций и презентаций. <i>уметь</i> применять методы анализа и обработки экспериментальных данных; <i>уметь</i> проводить расчет оптимальных режимов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники;. <i>владеть</i> методами обработки результатов измерения параметров и характеристик микро- и наноструктур.
ПК-8	- готовностью использовать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов нано- и микросистемной техники.	<i>знать</i> базовые технологические процессы для изготовления микро- и наноструктур; <i>знать</i> физико-химические основы технологических процессов изготовления микро- и наноструктур. <i>уметь</i> проводить расчет оптимальных режимов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники;. <i>уметь</i> разрабатывать технологический маршрут для изготовления микро- и наносистем. <i>владеть</i> методами контроля технологического процесса на разных этапах изготовления микро- и наноструктур;

2. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1 Компетенция ПК-10

ПК-10 **готовностью работать на современном технологическом оборудовании, используемом в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Содержание этапов формирования компетенции, виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание	<i>знает</i> современное техноло-	<i>умеет</i> применять методы	<i>владеет</i> навыками работы на

этапов	гическое оборудование, используемое при изготовлении микро- и наноструктур.	контроля параметров и характеристик микро- и наноструктур на разных этапах изготовления;	технологическом оборудовании.
Виды занятий	Практические занятия; Групповые консультации	Практические занятия; Самостоятельная работа	Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	Опрос на практическом занятии; Индивидуальное творческое задание (защита); Зачет	Индивидуальное задание (выполнение, оформление); Конспект самостоятельной работы	Конспект самостоятельной работы; Зачет

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – 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 данной компетенции приведена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<i>знает</i> современное технологическое оборудование, используемое в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники; <i>формулирует</i> требования к настройкам технологического оборудования при производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.	<i>умеет осуществлять</i> подготовку и настройку технологического оборудования к производству материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.	<i>владеет навыками</i> практической работы на технологическом оборудовании, которое используется для изготовления материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.
Хорошо (базовый уровень)	<i>знает</i> современное технологическое оборудование, используемое в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.	<i>умеет осуществлять</i> подготовку технологического оборудования к производству материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.	<i>владеет навыками</i> работы на технологическом оборудовании, которое используется для изготовления материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.

Удовлетворительно (пороговый уровень)	<i>имеет представление о современном технологическом оборудовании, которое используется в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.</i>	<i>умеет осуществлять подготовку технологического оборудования к производству материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, в соответствии с рекомендациями.</i>	<i>демонстрирует навыки работы на технологическом оборудовании при прямом наблюдении, которое используется для изготовления материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.</i>
--	---	---	--

2.2 Компетенция ПК-3

ПК-3 готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представить материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Содержание этапов формирования компетенции, виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	<i>знает</i> правила оформления материалов, научных отчетов, публикаций и презентаций.	<i>умеет</i> применять методы анализа и обработки экспериментальных данных; <i>умеет</i> проводить расчет оптимальных режимов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники.	<i>владеет</i> системным подходом к анализу результатов научных исследований; <i>владеет</i> методами обработки результатов измерения параметров и характеристик микро- и наноструктур.
Виды занятий	Практические занятия; Групповые консультации	Практические занятия; Самостоятельная работа	Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	Опрос на практическом занятии; Индивидуальное творческое задание (защита); Зачет	Индивидуальное задание (выполнение, оформление); Конспект самостоятельной работы	Конспект самостоятельной работы; Зачет

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.2 в п. 2.1.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<i>представляет</i> свои материалы в виде научных статей; <i>знает</i> принципиальные отличия в правилах оформления материалов, научных отчетов, публикаций и презентаций; <i>формулирует</i> требования к оформлению материалов, научных отчетов, публикаций и презентаций.	<i>выбирает</i> оптимальный метод обработки экспериментальных данных, учитывая условия при которых проходил научный эксперимент.	<i>владеет</i> методами обработки данных прямых и косвенных измерений параметров и характеристик материалов и компонентов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники.
Хорошо (базовый уровень)	<i>представляет</i> свои труды в виде материалов докладов конференций; <i>знает</i> основные требования	<i>рассчитывает</i> погрешности результатов прямых и косвенных измерений параметров и характеристик	<i>демонстрирует</i> системный подход к анализу результатов научных исследований материалов и компонентов,

	оформления библиографических ссылок при написании научного отчета и публикаций.	материалов и компонентов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники.	используемых для изготовления изделий нано- и микросистемной техники.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<i>оформляет</i> свои труды в виде материалов докладов конференций и научных статей в соответствии с требованиями конференции; <i>называет</i> основные правила оформления материалов, научных отчетов, публикаций и презентаций.	<i>умеет выбирать</i> оптимальный метод обработки экспериментальных данных, в соответствии с рекомендациями.	<i>классифицирует</i> методы обработки результатов измерений.

2.3 Компетенция ПК-8

ПК-8 готовностью использовать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов нано- и микросистемной техники.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Содержание этапов формирования компетенции, виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	<i>знает</i> базовые технологические процессы для изготовления микро- и наноструктур; <i>знает</i> физико-химические основы технологических процессов изготовления микро- и наноструктур.	<i>умеет</i> разрабатывать технологический маршрут для изготовления микро- и наносистем; <i>умеет</i> проводить расчет оптимальных режимов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники;	<i>владеет</i> методами контроля технологического процесса на разных этапах изготовления микро- и наноструктур;
Виды занятий	Практические занятия; Групповые консультации	Практические занятия; Самостоятельная работа	Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	Опрос на практическом занятии; Индивидуальное творческое задание (защита); Зачет	Индивидуальное задание (выполнение, оформление); Конспект самостоятельной работы	Конспект самостоятельной работы; Зачет

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.2 в п. 2.1.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<i>формулирует</i> требования к технологическим процессам в соответствии с техническим заданием на изделие нано- и микросистемной техники; <i>знает</i> физико-химические	<i>умеет устанавливать</i> связь между параметрами технологической операции и характеристиками изделия нано- и микросистемной техники; <i>подготавливает</i> данные об	<i>владеет навыками</i> разработки операционной карты на технологическую операцию, применяемую при производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.

	основы технологических процессов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники.	изделии нано- и микросистемной техники для разработки технологического маршрута; <i>уметь</i> выбирать расчет оптимальных технологических режимов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники;	
Хорошо (базовый уровень)	<i>имеет представления</i> о базовых технологических процессах, применяемых в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.	<i>подготавливает</i> данные об изделии нано- и микросистемной техники для разработки технологического маршрута; <i>умеет использовать</i> пакеты прикладных программ для проектирования технологических маршрутов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники.	<i>классифицирует</i> методы контроля технологического процесса на разных этапах изготовления изделий нано- и микросистемной техники.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<i>называет</i> базовые технологические процессы для производства материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.	<i>рассчитывает</i> оптимальные технологические режимы для изготовления изделий нано- и микросистемной техники, в соответствии с рекомендациями; <i>умеет использовать</i> стандартные пакеты прикладных программ для проектирования технологических маршрутов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники.	<i>классифицирует</i> методы контроля технологических процессов, используемых при изготовлении изделий нано- и микросистемной техники.

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

– типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе: индивидуальные творческие задания, самостоятельная работа, зачет.

3.1 Индивидуальные творческие задания

В соответствии с техническим заданием группового проектного обучения <https://gpo.tusur.ru/manage/chairs/18/projects>.

3.2 Темы для самостоятельной работы

Современные тенденции развития технологии микро- и наноструктур.

Физические и химические свойства плазмы.

Основные виды электрического разряда в газе и их применение в технологии изготовления микро- и наноструктур.

Физико-химические основы процессов взаимодействия активных частиц плазмы с поверхностью.

Процессы и технологии плазменной обработки микро- и наноструктур.

Методы контроля параметров ионно-плазменных технологий.

Методы обработки результатов и их применение для анализа свойств, параметров микро- и наноструктур.

3.3 Зачет

В соответствии с техническим заданием группового проектного обучения

<https://gpo.tusur.ru/manage/chairs/18/projects>.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

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

4.1 Основная литература

1. Данилина Т.И. Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2012. – 89 с. <https://edu.tusur.ru/publications/3871>
2. Аксенов А.И., Окс Е.М., Злобина А.Ф. Вакуумная и плазменная электроника: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2007. – 164 с. (101)
3. Данилина Т.И., Кагадей В.А., Анищенко Е.В. Технология кремниевой нанoeлектроники: Учебное пособие. – Томск: В-Спектр, 2011. – 263 с. http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Danilina/Данилина_ТИ_-_ТКН.zip

4.2 Дополнительная литература

1. Нанотехнологии в электронике: Монография / Н.И. Боргардт и др. ред. Ю.А. Чаплыгин. Московский государственный институт электронной техники. – М.: Техносфера, 2005. – 446 с. (20)
2. Зондовые нанотехнологии в электронике / В.К. Неволин. – М.: Техносфера, 2005. – 147 с. (9)
3. Основы нанoeлектроники: Учебное пособие для вузов / В.П. Драгунов, И.Г. Неизвестный, В.А. Гридчин. – 2-е изд., исп. и доп. – Новосибирск: НГТУ, 2004. – 494 [2] с. (20)

4.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

1. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Физика низкоразмерных структур»: к самостоятельной работе / М.М. Симунин. Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский университет «МИЭТ» (М.). – М.: МИЭТ, 2011. – 128 с. (1)
2. Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе студентов по дисциплине «Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур» к самостоятельной работе / Т.И. Данилина. Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники «ТУСУР». – М.: ТУСУР, 2013. – 20 с. <https://edu.tusur.ru/publications/3868>
3. Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе студентов по дисциплине «Планирование эксперимента» к самостоятельной работе В.А. Мухачев. Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники «ТУСУР». – М.: ТУСУР, 2012. – 14 с. http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=235

4.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научно-образовательный портал ТУСУР - <https://edu.tusur.ru/>
2. Издательство «Лань» Электронно-библиотечная система - <http://e.lanbook.com/>