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

«___» _____ 2017 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 технике

Форма обучения очная

Факультет электронной техники (ФЭТ)

Кафедра физической электроники (ФЭ)

Курс 3 **Семестр** 5

Учебный план набора 2015 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 2017

Согласована на портале № 11779

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 77 от « 11 » 1 2017 г.

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 «11» 01 2017 г., протокол № 77.

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

Согласована на портале № 11779

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.5.2).

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.

Согласована на портале № 11779

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.

Согласована на портале № 11779

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

Согласована на портале № 11779

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

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

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Не предусмотрено.

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

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

Согласована на портале № 11779

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)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	**65 – 69**	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	**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.

Согласована на портале № 11779

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. Анищенко, Е. В. Технология кремниевой наноэлектроники: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Анищенко Е. В., Данилина Т. И., Кагадей В. А. — Томск: ТУСУР, 2011. — 263 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/552

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 наноэлектроники: 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. Аксенов А.И., Окс Е.М., Злобина А.Ф. Вакуумная и плазменная электроника: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2007. – 164 с. **(101)**

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

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

13.1 Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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

13.1.1 Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических занятий используются учебные аудитории, расположенные по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д 74, 1 этаж, ауд. 116, 117, 119, 2 этаж, ауд. 216.

Состав оборудования ауд. 116: установка вакуумного напыления УВН2М-1 – 3 шт., лабораторное оборудование и приборы: микроскоп МБС-9 – 4 шт., микроскоп стерео МС-1 – 5 шт., микроинтерферометр МИИ-4 – 1 шт., измеритель иммитанса Е7-20 – 1 шт., мультиметр ЕДС-128 – 4 шт., микроскоп ММУ-3У – 1 шт., лабораторный макет – 4-х зондовый метод измерения удельного сопротивления.

Состав оборудования ауд. 117: доска магнито-маркерная - 1шт., ноутбук - 1шт., установка совмещения и экспонирования ЩА-310, установка для нанесения фоторезиста, дистиллятор воды, химическая посуда, реактивы.

Состав оборудования ауд. 119: доска магнито-маркерная – 1 шт., лабораторные макеты: температурные свойства ферромагнитных материалов, температурные свойства проводящих материалов, объемное и поверхностное сопротивление изоляционных материалов, пробой тонкопленочных конденсаторов (ТПК), температурная зависимость проводимости диэлектриков, фотоэлектрические свойства полупроводниковых материалов.

Лабораторное оборудование и приборы: измеритель Е7-8 – 2 шт., вольтметр В7-22А – 2 шт., амперметр Ф-195, М-253 – 2 шт., источник постоянного тока Б5-47 – 1 шт., электрометр В7Э-42 – 1 шт.,

Согласована на портале № 11779

мультиметр В7-22А – 2 шт., измеритель иммитанса Е7-20 – 1 шт., терраометр Е6-13 – 1 шт., печь лабораторная – 2 шт., прибор для исследования пробоя ТПК – 1 шт.

Компьютерные лабораторные работы – 3 шт., ПЭВМ – 4 шт.

Лабораторные макеты: определение ширины запрещенной зоны полупроводников, определение термо-ЭДС полупроводников, эффект Холла, эффект Пельтье.

Лабораторное оборудование и приборы: лабораторный стенд СФП-5 – 2 шт., вольтметр В7-22А – 5 шт., вольтметр В7-26 – 1 шт., вольтметр цифровой Ф4214 – 1 шт., вольтметр Ф238 – 1 шт., источник постоянного тока Б5-47 – 1 шт., измеритель иммитанса Е7-20 – 1 шт.

Состав оборудования ауд. 216: Оптический УФ спектрометр USB2000 – 1 шт., ИК Фурье-спектрометр Infralum FT-801 с приставкой на отражение – 1 шт., монохроматор МДР-23 – 1 шт., спектральный лазерный эллипсометр Эллипс-1891 САГ – 1 шт., растровый электронный микроскоп Hitachi TM-1000 с микроанализатором Bruker Quantax 50EDX – 1 шт., рамановский спектрометр Avantes-532TEC – 1 шт., атомно-силовой микроскоп Certus Optic U с совмещенным оптическим микроскопом – 1 шт., измеритель параметров полупроводниковых приборов Метроном-03 – 1 шт., микроинтерферометр Линника МИИ-4М – 1 шт., цифровой RLC-метр Protek 9216A – 1 шт., измеритель иммитанса МНИПИ Е7-20 – 1 шт., компьютер – 4 шт., ноутбук – 2 шт.

13.1.2 Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 2 этаж, ауд. 217. Состав оборудования: учебная мебель; доска магнито-маркерная.

13.2 Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видео увеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Согласована на портале № 11779

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

1. в печатной форме;
2. в печатной форме с увеличенным шрифтом;
3. в форме электронного документа;
4. методом чтения ассистентом задания вслух;
5. предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

1. письменно на бумаге;
2. набор ответов на компьютере;
3. набор ответов с использованием услуг ассистента;
4. представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

в форме электронного документа;

в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

в форме электронного документа;

в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

в форме электронного документа;

в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 11779

15. 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.

Согласована на портале № 11779

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
«___» _____ 2017 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 2015 года.

Диф. зачет 5 **семестр**

Разработчик:
Ассистент кафедры ФЭ _____ / В.В. Каранский

Томск 2017

Согласована на портале № 11779

1. ВВЕДЕНИЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе учебной дисциплины «Ионно-плазменные технологии изготовления микро- и наноструктур ГПО 2» 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 ГПО 2» используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной «Ионно-плазменные технологии изготовления микро- и наноструктур ГПО 2» 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.	*знать* современное технологическое оборудование, используемое при изготовлении микро- и наноструктур. *уметь* применять методы контроля параметров и характеристик микро- и наноструктур на разных этапах изготовления; *владеть* навыками работы на технологическом оборудовании.
ПК-3	- готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представить материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.	*знать* правила оформления материалов, научных отчетов, публикаций и презентаций. *уметь* применять методы анализа и обработки экспериментальных данных; *уметь* проводить расчет оптимальных режимов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники;. *владеть* 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.	*знать* базовые технологические процессы для изготовления микро- и наноструктур; *знать* физико-химические основы технологических процессов изготовления микро- и наноструктур. *уметь* проводить расчет оптимальных режимов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники;. *уметь* разрабатывать технологический маршрут для изготовления микро- и наносистем. *владеть* 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	*знает* современное техноло-	*умеет* применять методы	*владеет* навыками работы на

Согласована на портале № 11779

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)	*знает* современное технологическое оборудование, используемое в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники; *формулирует* требования к настройкам технологического оборудования при производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.	*умеет осуществлять* подготовку и настройку технологического оборудования к производству материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.	*владеет навыками* практической работы на технологическом оборудовании, которое используется для изготовления материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.
Хорошо (базовый уровень)	*знает* современное технологическое оборудование, используемое в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.	*умеет осуществлять* подготовку технологического оборудования к производству материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.	*владеет навыками* работы на технологическом оборудовании, которое используется для изготовления материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.

Согласована на портале № 11779

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

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	*знает* правила оформления материалов, научных отчетов, публикаций и презентаций.	*умеет* применять методы анализа и обработки экспериментальных данных; *умеет* проводить расчет оптимальных режимов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники.	*владеет* системным подходом к анализу результатов научных исследований; *владеет* 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)	*представляет* свои материалы в виде научных статей; *знает* принципиальные отличия в правилах оформления материалов, научных отчетов, публикаций и презентаций; *формулирует* требования к оформлению материалов, научных отчетов, публикаций и презентаций.	*выбирает* оптимальный метод обработки экспериментальных данных, учитывая условия при которых проходил научный эксперимент.	*владеет* методами обработки данных прямых и косвенных измерений параметров и характеристик материалов и компонентов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники.
Хорошо (базовый уровень)	*представляет* свои труды в виде материалов докладов конференций; *знает* основные требования	*рассчитывает* погрешности результатов прямых и косвенных измерений параметров и характеристик	*демонстрирует* системный подход к анализу результатов научных исследований материалов и компонентов,

Согласована на портале № 11779

	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)	*оформляет* свои труды в виде материалов докладов конференций и научных статей в соответствии с требованиями конференции; *называет* основные правила оформления материалов, научных отчетов, публикаций и презентаций.	*умеет выбирать* оптимальный метод обработки экспериментальных данных, в соответствии с рекомендациями.	*классифицирует* 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	*знает* базовые технологические процессы для изготовления микро- и наноструктур; *знать* физико-химические основы технологических процессов изготовления микро- и наноструктур.	*умеет* разрабатывать технологический маршрут для изготовления микро- и наносистем; *умеет* проводить расчет оптимальных режимов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники;.	*владеет* 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)	*формулирует* требования к технологическим процессам в соответствии с техническим заданием на изделие нано- и микросистемной техники; *знает* физико-химические	*умеет устанавливать* связь между параметрами технологической операции и характеристиками изделия нано- и микросистемной техники; *подготавливает* данные об	*владеет навыками* разработки операционный карты на технологическую операцию, применяемую при производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.

Согласована на портале № 11779

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

Согласована на портале № 11779

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. Анищенко, Е. В. Технология кремниевой наноэлектроники: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Анищенко Е. В., Данилина Т. И., Кагадей В. А. — Томск: ТУСУР, 2011. — 263 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/552

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 наноэлектроники: 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. Аксенов А.И., Окс Е.М., Злобина А.Ф. Вакуумная и плазменная электроника: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2007. – 164 с. **(101)**

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

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/

Согласована на портале № 11779