**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Учебно-исследовательская работа

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Профиль: **Микроэлектроника и твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Практические занятия | 108 | 108 | часов |
| 2 | Всего аудиторных занятий | 108 | 108 | часов |
| 3 | Из них в интерактивной форме | 20 | 20 | часов |
| 4 | Самостоятельная работа | 108 | 108 | часов |
| 5 | Всего (без экзамена) | 216 | 216 | часов |
| 6 | Общая трудоемкость | 216 | 216 | часов |
| | | 6 | 6 | З.Е |

Дифференцированный зачет: 5 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 998

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 73 от « 8 » 9 2016 г.

Лист согласований

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

Разработчики:

| | | |
|---|---|---|
| доцент каф. ФЭ | _____ | Битнер Л. Р. |
| Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ | _____ | Троян П. Е. |

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

| | | |
|---|---|---|
| Декан ФЭТ | _____ | Воронин А. И. |
| Заведующий профилирующей каф. ФЭ | _____ | Троян П. Е. |
| Заведующий выпускающей каф. ФЭ | _____ | Троян П. Е. |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| Председатель методической комиссии факультета ЭТ . | _____ | Чистоедова И. А. |
| председатель методической комиссии кафедры ФЭ . | _____ | Чистоедова И. А. |

Согласована на портале № 998

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

формирование основы для осознанного и целенаправленного использования полученных знаний при проведении исследовательской работы по тематике будущей специальности.

### 1.2. Задачи дисциплины

– формирование навыков планирования и проведения экспериментальных исследований материалов, приборов и устройств электроники и наноэлектроники;

– умение использовать математический аппарат и вычислительную технику для моделирования приборов и электронных схем;

– формирование навыков подготовки и публичного представления результатов исследований.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Учебно-исследовательская работа» относится к вариативной части блока 1 (Б1.В.ОД.5.1) образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Микроэлектроника и твердотельная электроника» направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур, Информационные технологии, Математика, Математическое моделирование и программирование, Материалы электронной техники, Обработка результатов эксперимента, Планирование эксперимента, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Выпускная квалификационная работа, Научно-исследовательская работа.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1: способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

– ПК-2: способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные принципы физического и математического моделирования приборов и устройств электроники, стандартные программные средства компьютерного моделирования; различные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств электроники; основные способы анализа и систематизации экспериментальной информации; требования, предъявляемые к форме и содержанию отчетов, публикаций, презентаций

– **уметь** выбирать средство для построения модели, в том числе стандартные программы компьютерного моделирования; выбирать наиболее эффективную методику исследований; выбирать методику анализа и систематизации результатов исследований в конкретной ситуации; формулировать основные результаты работы и оценивать их значимость для представления материалов в виде отчетов и публикаций

– **владеть** навыками построения модели для решения конкретной задачи; навыками работы с измерительным оборудованием, необходимым для проведения исследований параметров и характеристик приборов и устройств; навыками анализа и систематизации результатов исследований и представления их в различном виде.

Согласована на портале № 998

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| № | Виды учебной деятельности | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Практические занятия | 108 | 108 | часов |
| 2 | Всего аудиторных занятий | 108 | 108 | часов |
| 3 | Из них в интерактивной форме | 20 | 20 | часов |
| 4 | Самостоятельная работа | 108 | 108 | часов |
| 5 | Всего (без экзамена) | 216 | 216 | часов |
| 6 | Общая трудоемкость | 216 | 216 | часов |
| | | 6 | 6 | З.Е |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| № | Названия разделов дисциплины | Практические занятия | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзам.) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Изготовление устройств микро и наноэлектроники различного назначения | 42 | 36 | 78 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 |
| 2 | Исследование параметров приборов и устройств | 66 | 72 | 138 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 108 | 108 | 216 | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Не предусмотрено РУП

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| № | Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | |
|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 |
| Предшествующие дисциплины | | | |
| 1 | Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур | + | |
| 2 | Информационные технологии | + | + |
| 3 | Математика | + | + |
| 4 | Математическое моделирование и программирование | | + |

Согласована на портале № 998

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 | Материалы электронной техники | | + |
| 6 | Обработка результатов эксперимента | | + |
| 7 | Планирование эксперимента | + | + |
| 8 | Физика | | + |
| Последующие дисциплины | | | |
| 1 | Выпускная квалификационная работа | + | + |
| 2 | Научно-исследовательская работа | | |

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

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

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

| Компетенции | Виды занятий | | Формы контроля |
|---|---|---|---|
| | Практические занятия | Самостоятельная работа | |
| ПК-1 | + | + | Собеседование, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии |
| ПК-2 | + | + | Собеседование, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии |
| ПК-3 | + | + | Собеседование, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

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

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

| Методы | Интерактивные практические занятия | Всего |
|---|---|---|
| Работа в команде | 4 | 4 |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением | 4 | 4 |
| Решение ситуационных задач | 4 | 4 |
| Разработка проекта | 6 | 6 |
| Мозговой штурм | 2 | 2 |
| Итого | 20 | 20 |

## 7. Лабораторный практикум

Не предусмотрено РУП

## 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| № | Названия разделов | Содержание практических занятий | Трудоемкость (час) | Компетенции |
|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | |
| 1 | Изготовление устройств микро и наноэлектроники различного | Получение задания. Поиск и анализ информации по теме. | 12 | ПК-1, ПК-2 |

Согласована на портале № 998

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | назначения | Математическое моделирование устройства, соответствующего заданию. | | |
| 2 | Изготовление устройств микро и наноэлектроники различного назначения | Формулировка технического задания. Планирование технологических этапов изготовления прибора. Составление перечня необходимых материалов и оборудования. | 12 | ПК-1, ПК-2 |
| 3 | Изготовление устройств микро и наноэлектроники различного назначения | Изучение методик нанесения тонких металлических и диэлектрических пленок | 6 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 |
| 4 | Изготовление устройств микро и наноэлектроники различного назначения | Подготовка и изучение технологического оборудования для изготовления устройства в соответствии с заданием. | 6 | ПК-2 |
| 5 | Изготовление устройств микро и наноэлектроники различного назначения | Проведение технологического цикла изготовления устройства. | 6 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 |
| 6 | Исследование параметров приборов и устройств | Планирование экспериментов по исследованию параметров изготовленного устройства. Выбор и изучение измерительного оборудования. | 6 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 |
| 7 | Исследование параметров приборов и устройств | Планирование эксперимента по исследованию параметров устройства. Изучение методик экспериментальных работ. | 6 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 |
| 8 | Исследование параметров приборов и устройств | Измерения параметров устройства. Анализ результатов. | 12 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 |
| 9 | Исследование параметров приборов и устройств | Изучение функциональных возможностей устройства. Анализ, систематизация и обработка результатов экспериментов. | 12 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 |
| 10 | Исследование параметров приборов и устройств | Систематизация и оформление результатов, подготовка материалов в виде научного отчета. | 12 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 |
| 11 | Исследование параметров приборов и устройств | Подготовка и оформление материалов исследований в виде публикации. | 6 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 |
| 12 | Исследование параметров приборов и устройств | Подготовка устного выступления и презентации. | 6 | ПК-3 |
| 13 | Исследование параметров приборов и устройств | Публичная защита отчета по учебно-исследовательской работе. | 6 | ПК-3 |
| | Итого | | 108 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Согласована на портале № 998

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| № | Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость (час) | Компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | | |
| 1 | Исследование параметров приборов и устройств | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 12 | ПК-3 | Выступление (доклад) на занятии |
| 2 | Исследование параметров приборов и устройств | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-3 | Собеседование |
| 3 | Исследование параметров приборов и устройств | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 | Собеседование |
| 4 | Исследование параметров приборов и устройств | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 12 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 | Выступление (доклад) на занятии |
| 5 | Исследование параметров приборов и устройств | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 12 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 | Выступление (доклад) на занятии |
| 6 | Исследование параметров приборов и устройств | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 12 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 | Выступление (доклад) на занятии |
| 7 | Исследование параметров приборов и устройств | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 | Опрос на занятиях |
| 8 | Исследование параметров приборов и устройств | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 | Опрос на занятиях |
| 9 | Изготовление устройств микро и наноэлектроники различного назначения | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 | Собеседование |
| 10 | Изготовление устройств микро и наноэлектроники различного назначения | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-2 | Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях |
| 11 | Изготовление устройств микро и наноэлектроники различного назначения | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-1, ПК-2, ПК-3 | Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях |
| 12 | Изготовление устройств микро и наноэлектроники различного назначения | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 12 | ПК-1, ПК-2 | Выступление (доклад) на занятии, Собеседование |

Согласована на портале № 998

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Всего (без экзамена) | 108 | | |
| 13 | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-2 | Выступление (доклад) на занятии |
| | Итого | 108 | | |

## 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | |
| Выступление (доклад) на занятии | 10 | 10 | 20 | 40 |
| Опрос на занятиях | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Собеседование | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Нарастающим итогом | 30 | 60 | 100 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

Согласована на портале № 998

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Электронные процессы в тонкопленочных структурах металл-диэлектрик-металл: монография / Г. А. Воробьев, П. Е. Троян; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. – Томск: ТУСУР, 2007. – 179 (наличие в библиотеке ТУСУР - 99 экз.)
2. Тонкие пленки в микроэлектронике: учебное пособие / К. И. Смирнова; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. – Томск: ТУСУР, 2007. – 109 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
3. Данилина Т. И. Технология тонкопленочных микросхем: учебное пособие. – 2012. – [электронный ресурс]. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru

### 12.2. Дополнительная литература

1. Вакуумная техника в производстве интегральных схем / Б.С. Данилин; ред. Р.А. Нилендер. – М.: Энергия, 1972. – 253 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)
2. Пробой тонких диэлектрических пленок: научное издание / Г.А. Воробьев, В.А. Мухачев. – М.: Советское радио, 1977. – 69 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 147 экз.)

### 12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Данилина Т.И. Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013. – 20 с. – [электронный ресурс]. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/
2. Офисные программы Microsoft Office [Электронный ресурс]. -
3. Математический пакет MathCad [Электронный ресурс]. -
4. Учебно-методическое пособие «Математическое моделирование»: Для студентов по направлению 210100 «Электроника и наноэлектроника» и 222900 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Зариковская Н. В. — 2014. 103 с. [Электронный ресурс] - https://edu.tusur.ru/publications/4607.

### 12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. База данных IRIC (Information Resources of Inorganic Chemistry) по свойствам материалов электронной техники – http:// iric.imet-db.ru

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Измерительное и технологическое оборудование:

- вакуумная технологическая установка для синтеза тонких слоев;
- тераомметр;
- приборы для измерения индуктивности, емкости, сопротивления, температуры;
- оптические микроскопы;
- измерительный комплекс для исследования пробоя диэлектриков;
- лабораторные печи;
- персональные компьютеры, объединенные в локальные сети с выходом в Интернет;

Аудитории, оборудованные для проведения семинаров и практических занятий:

- персональный компьютер;
- проектор.

## 14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

## 15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 998

**Приложение 1**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

**Учебно-исследовательская работа**

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Профиль: **Микроэлектроника и твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **3**
Семестр: **5**

Учебный план набора 2013 года

Разработчик:
доцент каф. ФЭ Битнер Л. Р.

Дифференцированный зачет: 5 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 998

## 1. Введение

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

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

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

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| ПК-1 | способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования | Должен знать основные принципы физического и математического моделирования приборов и устройств электроники, стандартные программные средства компьютерного моделирования.<br>Должен уметь выбирать средство для построения модели, в том числе стандартные программы компьютерного моделирования.<br>Должен владеть навыками построения модели для решения конкретной задачи. |
| ПК-2 | способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения | Должен знать различные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств электроники.<br>Должен уметь выбирать наиболее эффективную методику исследований.<br>Должен владеть навыками работы с измерительным оборудованием, необходимым для проведения исследований параметров и характеристик приборов и устройств. |
| ПК-3 | готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций | Должен знать основные способы анализа и систематизации экспериментальной информации и требования, предъявляемые к форме и содержанию отчетов, публикаций, презентаций.<br>Должен уметь формулировать основные результаты работы и оценивать их значимость для представления материалов в виде отчетов и публикаций.<br>Должен владеть навыками анализа и систематизации результатов исследований и представления их в различном виде. |

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

Согласована на портале № 998

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

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.

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

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | основные принципы физического и математического моделирования приборов и устройств электроники стандартные программные средства компьютерного моделирования | выбирать средство для построения модели, в том числе стандартные программы компьютерного моделирования | навыками построения модели для решения конкретной задачи |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Практические занятия;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Практические занятия;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Опрос на занятиях;<br>• Выступление (доклад) на занятии;<br>• Собеседование;<br>• Дифференцированный зачет; | • Опрос на занятиях;<br>• Выступление (доклад) на занятии;<br>• Собеседование;<br>• Дифференцированный зачет; | • Выступление (доклад) на занятии;<br>• Дифференцированный зачет; |

Согласована на портале № 998

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • знает методику и технику моделирования простых приборов и устройств электроники;<br>• знает возможности стандартных программных средств для построения физических и математических моделей; | • умеет аргументированно выбирать средство для построения модели в нестандартной ситуации; | • способен проанализировать и оценить результаты работы;<br>• владеет навыками построения физических и математических моделей приборов и устройств электроники; |
| Хорошо (базовый уровень) | • знает возможности стандартных программных средств для построения моделей; | • умеет моделировать приборы и устройства с помощью стандартных программных средств; | • способен корректировать работу с программными средствами по построению моделей в соответствии с обстоятельствами; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • знает некоторые программные средства для компьютерного моделирования; | • умеет создавать постейшие модели в стандартной программной среде; | • способен выполнять стандартные действия в заданной программной среде; |

**2.2 Компетенция ПК-2**

ПК-2: способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

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

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | различные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств электроники | выбирать наиболее эффективную методику исследований | навыками работы с измерительным оборудованием, необходимым для проведения исследований параметров и характеристик приборов и устройств |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Практические занятия;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Практические занятия;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Самостоятельная работа; |

Согласована на портале № 998

| | | | |
|---|---|---|---|
| Используемые средства оценивания | • Опрос на занятиях;<br>• Выступление (доклад) на занятии;<br>• Собеседование;<br>• Дифференцированный зачет; | • Опрос на занятиях;<br>• Выступление (доклад) на занятии;<br>• Собеседование;<br>• Дифференцированный зачет; | • Выступление (доклад) на занятии;<br>• Дифференцированный зачет; |

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

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • знает различные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств, а также условия их применения; | • способен усовершенствовать методику исследования в нестандартной ситуации;<br>• самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимое оборудование; | • критически осмысливает полученные результаты;<br>• способен разработать план эксперимента и организовать работу команды; |
| Хорошо (базовый уровень) | • знает основные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов наноэлектроники; | • способен выбрать методику исследований в незнакомых ситуациях;<br>• умеет сформулировать требования к оборудованию для выполнения эксперимента; | • способен организовать работу команды;<br>• владеет навыками работы с измерительным оборудованием; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • знает простейшие экспериментальные методики исследования различных параметров приборов; | • умеет выполнять стандартные исследования; | • работает с оборудованием в стандартных ситуациях; |

### 2.3 Компетенция ПК-3

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | основные способы анализа и систематизации экспериментальной информации требования, предъявляемые к форме и содержанию отчетов, публикаций, | выбирать методику анализа и систематизации результатов исследований в конкретной ситуации; формулировать основные результаты | навыками анализа и систематизации результатов исследований и представления их в различном виде |

Согласована на портале № 998

| | | | |
|---|---|---|---|
| | презентаций | работы и оценивать их значимость для представления материалов в виде отчетов и публикаций | |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Практические занятия;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Практические занятия;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Опрос на занятиях;<br>• Выступление (доклад) на занятии;<br>• Собеседование;<br>• Дифференцированный зачет; | • Опрос на занятиях;<br>• Выступление (доклад) на занятии;<br>• Собеседование;<br>• Дифференцированный зачет; | • Выступление (доклад) на занятии;<br>• Дифференцированный зачет; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • знает различные способы обработки и представления информации;<br>• знает требования, предъявляемые к научным отчетам, публикациям, публичным выступлениям | • аргументировано выбирает методику анализа и систематизации результатов исследований;<br>• умеет представить результаты в различной форме | • владеет навыками обработки и систематизации информации в нестандартных ситуациях;<br>• обладает сформированными навыками публичного представления результатов исследований в виде отчетов, статей, выступлений;<br>• способен корректно оценивать проделанную работу |
| Хорошо (базовый уровень) | • знает правила оформления отчетов, публикаций, презентаций;<br>• знает способы обработки и представления информации | • умеет сформулировать результаты стандартных исследований и представить их в виде отчетов и презентаций | • способен систематизировать, обработать и представить результаты исследований, в том числе выполненных в составе группы |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • имеет общее представление о способах представления информации | • умеет описать процесс исследования и полученные результаты в виде отчета | • способен сформулировать и представить в виде отчета результаты стандартных |

Согласована на портале № 998

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | исследований; |

## 3 Типовые контрольные задания

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

### 3.1 Вопросы на собеседование

- Обсуждение подготовленной публикации по результатам исследований
- План эксперимента по исследованию параметров прибора
- Перечень технологического оборудования и его характеристики
- План технологических операций изготовления прибора
- Обсуждение результатов расчетов конструкции, размеров и материалов заданного прибора или устройства

### 3.2 Темы опросов на занятиях

- Правила оформления письменных отчетов и презентаций по результатам исследований
- Способы обработки экспериментальных данных
- Требования техники безопасности при работе с технологическим и измерительным оборудованием
- Методика расчетов параметров конкретного прибора

### 3.3 Темы докладов

- Презентация и публичная защита отчета по результатам работы
- Результаты экспериментов по исследованию параметров прибора
- Технологические аспекты изготовления прибора
- Результаты физического и математического моделирования прибора
- Методы нанесения тонких металлических и диэлектрических пленок
- Результаты информационного поиска по теме задания

### 3.4 Вопросы дифференцированного зачета

- Оценка учебно-исследовательской работы студента производится по результатам выступлений (докладов), собеседований и опросов, а также по результатам публичной защиты работы.

## 4 Методические материалы

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

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

### 4.1. Основная литература

1. Электронные процессы в тонкопленочных структурах металл-диэлектрик-металл: монография / Г. А. Воробьев, П. Е. Троян; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. – Томск: ТУСУР, 2007. – 179 (наличие в библиотеке ТУСУР - 99 экз.)

2. Тонкие пленки в микроэлектронике: учебное пособие / К. И. Смирнова; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. – Томск: ТУСУР, 2007. – 109 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

3. Данилина Т. И. Технология тонкопленочных микросхем: учебное пособие. – 2012. – [электронный ресурс]. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru

### 4.2. Дополнительная литература

1. Вакуумная техника в производстве интегральных схем / Б.С. Данилин; ред. Р.А. Нилендер. – М.: Энергия, 1972. – 253 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

2. Пробой тонких диэлектрических пленок: научное издание / Г.А. Воробьев, В.А.

Согласована на портале № 998

Мухачев. – М.: Советское радио, 1977. – 69 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 147 экз.)

### 4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Данилина Т.И. Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013. – 20 с. – [электронный ресурс]. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/
2. Офисные программы Microsoft Office [Электронный ресурс]. -
3. Математический пакет MathCad [Электронный ресурс]. -
4. Учебно-методическое пособие «Математическое моделирование»: Для студентов по направлению 210100 «Электроника и наноэлектроника» и 222900 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Зариковская Н. В. — 2014. 103 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4607, свободный.

### 4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. База данных IRIC (Information Resources of Inorganic Chemistry) по свойствам материалов электронной техники – http:// iric.imet-db.ru

Согласована на портале № 998