

## 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.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗА МИКРО- И НАНОСТРУКТУР  
(ГПО-2)

Уровень профессионального образования: высшее образование - бакалавриат

Направления подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»Направленность (профиль) Микроэлектроника и твердотельная электроникаФорма обучения очнаяФакультет электронной техники (ФЭТ)Кафедра физической электроники (ФЭ)Курс 3 Семестр 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 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 218, 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 «Методы исследования и анализа микро- и наноструктур» (ГПО-2) является формирование знаний в области экспериментальных методов исследования состава, структуры, физико-химических, оптических и спектральных свойств наноматериалов и наносистем, усвоение фундаментальных принципов, на которых строится функционирование приборов для исследований, формирование у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

Задачами изучения дисциплины «Методы исследования и анализа микро- и наноструктур» (ГПО-2) является знакомство с конструкцией исследовательской аппаратуры, с условиями эксплуатации, с временными методами исследований, освоение студентами основных принципов работы с приборами, получение практических навыков при проведении исследований.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

В соответствии с ОПОП дисциплина «Методы исследования и анализа микро- и наноструктур» (ГПО-2) относится к дисциплинам вариативной части образовательной программы бакалавриата по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» (Б1.В.ДВ.4.2).

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изучаемых дисциплинах: планирование эксперимента, физика конденсированного состояния, физика полупроводников, технология материалов микро- и наноструктур, компьютерное моделирование в электронике микро- и наноструктур (ГПО-1), учебно-исследовательская работа в семестре.

На материалах, изучаемых в данной дисциплине, базируются следующие дисциплины учебного плана, изучаемые позднее: технология кремниевой нанoeлектроники, процессы микро- и нанотехнологий, организация научных исследований в области производства изделий микро- и нанoeлектроники (ГПО-3), технология изготовления микро- и наноструктур (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):**

- способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5);
- способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения (ПК-2);
- готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3).

**3.2. В результате изучения дисциплины бакалавр должен:**

**знать:**

- физические принципы основных экспериментальных методов исследования материалов и структур, используемых в физике и технологии нано- и микросистем, условия реализации и границы применения этих методов;
- различные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств электроники;
- основные приемы обработки экспериментальных данных;
- основные способы анализа и систематизации экспериментальной информации;
- требования, предъявляемые к форме и содержанию научных отчетов, публикаций, презентаций.

**уметь:**

- выбирать наиболее эффективную методику исследований;
- использовать различные приемы обработки экспериментальных данных;
- формулировать основные результаты работы и оценивать их значимость для представления материалов в виде отчетов и публикаций.

**владеть:**

- навыками работы с измерительным оборудованием, необходимым для проведения исследований параметров и характеристик приборов и устройств;
- программными средствами для обработки экспериментальных результатов;
- навыками анализа и систематизации результатов исследований и представления их в различном виде;
- методами эффективного поиска информации по современным методам исследований.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

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

#### 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 методы анализа состава, структуры и спектральных параметров микро- и наносистем.	-	54	54	108	ОПК-5; ПК-2; ПК-3
2.	Исследование параметров приборов и устройств.	-	54	54	108	ОПК-5; ПК-2; ПК-3
<b>ИТОГО</b>		<b>-</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>216</b>	

##### 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
<b>Предшествующие дисциплины</b>			
1.	физика конденсированного состояния	+	+
2.	физика полупроводников	+	+
3.	технология материалов микро- и наноэлектроники	+	+
4.	компьютерное моделирование в электронике микро- и наноструктур	+	+
5.	учебно-исследовательская работа в семестре	+	+
<b>Последующие дисциплины</b>			
1.	технология кремниевой наноэлектроники	+	+
2.	процессы микро- и нанотехнологий	+	+
3.	организация научных исследований в области производства изделий микро- и наноэлектроники (ГПО-3)	+	+
4.	технология изготовления микро- и наноструктур (ГПО-4)	+	+
5.	учебно-исследовательская работа в семестре	+	+

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

Перечень компетенций	Виды занятий		Формы контроля
	ПЗ	СРС	
ОПК-5	+	+	Опрос на практическом занятии; отчет по индивидуальному творческому заданию; защита индивидуального творческого задания; защита отчетов по ГПО
ПК-2	+	+	Опрос на практическом занятии; отчет по индивидуальному творческому заданию; защита индивидуального творческого задания; защита отчетов по ГПО
ПК-3	+	+	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	Современных методы анализа состава, структуры и спектральных параметров микро- и наносистем. Методы анализа. Сканирующая электронная и туннельная микроскопия. Методы анализа. Атомно-силовая микроскопия, туннельная микроскопия. Методы анализа. Эллипсометрия. Методы анализа. ОЖЕ-электронная спектроскопия. Методы анализа. Инфракрасная фурье-спектроскопия. Методы анализа. Люминесцентная и УФ-спектроскопия.	54	ОПК-5; ПК-2; ПК-3
2.	2	Исследование параметров приборов и устройств. Планирование экспериментов по исследованию параметров изготовленного устройства. Выбор и изучение измерительного оборудования. Планирование эксперимента по исследованию параметров устройства. Изучение методик экспериментальных работ. Измерения параметров устройства. Анализ результатов. Изучение функциональных возможностей устройства. Анализ, систематизация и обработка результатов экспериментов. Систематизация и оформление результатов, подготовка материалов в виде научного отчета. Подготовка и оформление материалов исследований в виде публикации. Подготовка устного выступления и презентации. Публичная защита отчета.	54	ОПК-5; ПК-2; ПК-3

## 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика самостоятельной работы (детализация)	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК	Контроль выполнения работы
1.	1-2	Изучение и анализ литературы	36	ОПК-5; ПК-2; ПК-3	Опрос на практических занятиях
2.	1-2	Выполнение и защита индивидуального творческого задания	64	ОПК-5; ПК-2; ПК-3	Отчет по индивидуальному творческому занятию
3.	1-2	Выполнение и защита отчета по ГПО	8	ОПК-5; ПК-2; ПК-3	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
<b>Итого максимум за период:</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>70</b>
Отчетная составляющая балльной оценки участников проекта. Выставляется на этапе защиты ГПО.				30
<b>Нарастающим итогом</b>	<b>22</b>	<b>44</b>	<b>70</b>	<b>100</b>

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. Смирнов С.В. Методы и оборудование контроля параметров технологических процессов производства наногетероструктур и наногетероструктурных монокристаллических интегральных схем: учебное пособие. - Томск: ТУСУР, 2010. - 115 с. (6)

2. Смирнов С.В. Методы и оборудование контроля параметров технологических процессов производства наногетероструктур и наногетероструктурных монокристаллических интегральных схем: учебное пособие. - Томск: ТУСУР, 2010. - 115 с. - [электронный ресурс]. - [http://miel.tusur.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=239](http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=239)

### **12.2 Дополнительная литература**

1. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. физические методы исследования в химии: Резонансные и электрооптические методы: учебник для вузов. - М.: высшая школа, 1989. - 288 с. (1)

2. Вудраф Д., Делчар Т. Современные методы исследования поверхности: научное издание. - М.: Мир, 1989. - 564 с. (5)

3. Брандон Д., Капран У. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учебное пособие для вузов: пер. с англ.; ред. Пер. С.Л. Баженов, доп. К гл. 3 О.В. Егоров. - М.: Техносфера, 2004. - 377 с. (8)

4. Брандон Д., Капран У. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: Учебное пособие для вузов: Пер. с англ.; ред. Пер.: С.Л. Баженов; авт. Дополнения: О.В. Егорова. - М.: Техносфера, 2006. - 377 с. (5)

### **12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение**

1. Смирнов С.В., Чистоедова И.А. Методы исследований материалов и структур электроники: Учебно-методическое пособие. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 53 с. - [электронный ресурс]. - [http://miel.tusur.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=239](http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=239)

2. 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](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  
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗА МИКРО- И НАНОСТРУКТУР  
(ГПО-2)**

Уровень профессионального образования: высшее образование - бакалавриат \_\_\_\_\_

Направления подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль) Микроэлектроника и твердотельная электроника

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 «Методы исследования и анализа 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 «Методы исследования и анализа микро- и наноструктур» (ГПО-2)» используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной «Методы исследования и анализа микро- и наноструктур» (ГПО-2)» компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-5	способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5).	<i>знает</i> различные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств электроники; <i>умеет</i> использовать различные приемы обработки экспериментальных данных; <i>владеет</i> программными средствами для обработки экспериментальных результатов.
ПК-2	способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения (ПК-2).	<i>знает</i> физические принципы основных экспериментальных методов исследования материалов и структур, используемых в физике и технологии нано- и микросистем, условия реализации и границы применения этих методов; <i>знает</i> основные приемы обработки экспериментальных данных; <i>умеет</i> выбирать наиболее эффективную методику исследований; <i>владеет</i> навыками работы с измерительным оборудованием, необходимым для проведения исследований параметров и характеристик приборов и устройств.
ПК-3	готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представить материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.	<i>знает</i> основные способы анализа и систематизации экспериментальной информации; <i>знает</i> требования, предъявляемые к форме и содержанию научных отчетов, публикаций, презентаций. <i>умеет</i> формулировать основные результаты работы и оценивать их значимость для представления материалов в виде отчетов и публикаций; <i>владеет</i> навыками анализа и систематизации результатов исследований и представления их в различном виде; <i>владеет</i> методами эффективного поиска информации по современным методам исследований.

## 2. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 2.1 Компетенция ОПК-5

**ОПК-5** способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных.

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
<b>Содержание этапов</b>	<i>знает</i> различные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств электроники; <i>знает</i> основные приемы обработки экспериментальных данных;	<i>умеет</i> использовать различные приемы обработки экспериментальных данных;	<i>владеет</i> программными средствами для обработки экспериментальных результатов.
<b>Виды занятий</b>	Практические занятия; Групповые консультации	Практические занятия; Самостоятельная работа	Самостоятельная работа
<b>Используемые средства оценивания</b>	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
<b>Отлично (высокий уровень)</b>	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
<b>Хорошо (базовый уровень)</b>	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
<b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b>	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
<b>Отлично (высокий уровень)</b>	<i>знает</i> различные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств электроники различного функционала; <i>знает</i> основные приемы обработки экспериментальных данных.	<i>умеет</i> использовать различные приемы обработки экспериментальных данных при исследовании параметров и характеристик приборов и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционала; <i>умеет оценивать</i> погрешность вычислительного процесса при обработке	<i>владеет</i> программными средствами для обработки экспериментальных результатов при исследовании параметров и характеристик приборов и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционала. <i>классифицирует</i> основные приемы обработки

		экспериментальных данных.	экспериментальных данных материалов, в зависимости от их применения.
<b>Хорошо (базовый уровень)</b>	<i>знает</i> основные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционала; <i>знает</i> основные приемы обработки экспериментальных данных.	<i>умеет</i> использовать основные приемы обработки экспериментальных данных при исследовании параметров и характеристик приборов и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционала;	<i>владеет</i> основными программными средствами для обработки экспериментальных результатов при исследовании параметров и характеристик приборов и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционала.
<b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b>	<i>знает</i> базовые приемы обработки экспериментальных данных.	<i>умеет</i> использовать базовые приемы обработки экспериментальных данных при исследовании параметров и характеристик приборов и устройств электроники и нанoeлектроники.	<i>владеет</i> базовыми программными средствами для обработки экспериментальных результатов при исследовании параметров и характеристик приборов и устройств электроники и нанoeлектроники.

## 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 нанoeлектроники различного функционального назначения

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
<b>Содержание этапов</b>	<i>знает</i> физические принципы основных экспериментальных методов исследования материалов и структур, используемых в физике и технологии нано- и микросистем, условия реализации и границы применения этих методов;	<i>умеет</i> выбирать наиболее эффективную методику исследований;	<i>владеет</i> навыками работы с измерительным оборудованием, необходимым для проведения исследований параметров и характеристик приборов и устройств.
<b>Виды занятий</b>	Практические занятия; Групповые консультации	Практические занятия; Самостоятельная работа	Самостоятельная работа
<b>Используемые средства оценивания</b>	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
<b>Отлично (высокий уровень)</b>	<i>знает</i> физические принципы основных экспериментальных методов исследования материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем; <i>знает</i> условия реализации экспериментальных методов исследования материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем; <i>знает</i> границы применения экспериментальных методов исследования материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем.	<i>умеет</i> выбирать наиболее эффективную методику исследований материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем; <i>подготавливает</i> необходимые данные для последующего проведения исследований материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем; <i>рассчитывает</i> требуемые параметры материала, при его исследовании по определенной методике.	<i>владеет</i> навыками работы с измерительным оборудованием, необходимым для проведения исследований параметров и характеристик приборов и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения; <i>классифицирует</i> методы исследования материалов, в зависимости от их применения.
<b>Хорошо (базовый уровень)</b>	<i>знает</i> физические принципы основных экспериментальных методов исследования материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем; <i>формулирует</i> требования к выбору метода исследования материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем.	<i>умеет</i> выбирать эффективную методику исследований материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем; <i>подготавливает</i> необходимые данные для последующего проведения исследований материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем;	<i>владеет</i> навыками работы с основным измерительным оборудованием, необходимым для проведения исследований параметров и характеристик приборов и устройств электроники и наноэлектроники.
<b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b>	<i>знает</i> физические принципы базовых экспериментальных методов исследования материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем.	<i>рассчитывает</i> требуемые параметры материала, при его исследовании по определенной методике с помощью руководителя проекта.	<i>владеет</i> навыками работы с базовым измерительным оборудованием, необходимым для проведения исследований параметров и характеристик приборов и устройств электроники и наноэлектроники.

### 2.3 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 2.6.

Таблица 2.6 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
<b>Содержание этапов</b>	<i>знает</i> основные способы анализа и систематизации экспериментальной информации; <i>знает</i> требования, предъявляемые к форме и содержанию научных отчетов, публикаций, презентаций.	<i>умеет</i> формулировать основные результаты работы и оценивать их значимость для представления материалов в виде отчетов и публикаций;	<i>владеет</i> навыками анализа и систематизации результатов исследований и представления их в различном виде; <i>владеет</i> методами эффективного поиска информации по современным методам исследований.
<b>Виды занятий</b>	Практические занятия; Групповые консультации	Практические занятия; Самостоятельная работа	Самостоятельная работа
<b>Используемые средства оценивания</b>	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
<b>Отлично (высокий уровень)</b>	<i>знает</i> основные способы анализа и систематизации экспериментальной информации; <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>формулирует</i> основные результаты работы; <i>умеет оценивать</i> значимость результатов; <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.
<b>Хорошо (базовый уровень)</b>	<i>представляет</i> свои труды в виде материалов докладов конференций; <i>знает</i> основные требования оформления библиографических ссылок при написании научного отчета и публикаций.	<i>рассчитывает</i> погрешности результатов прямых и косвенных измерений параметров и характеристик материалов и компонентов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники.	<i>демонстрирует</i> системный подход к анализу результатов научных исследований материалов и компонентов, используемых для изготовления изделий нано- и микросистемной техники.
<b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b>	<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,	<i>умеет выбирать</i> оптимальный метод обработки экспериментальных данных, в соответствии с рекомендациями.	<i>классифицирует</i> методы обработки результатов измерений.

### 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

1. Современных методы анализа состава, структуры и спектральных параметров микро- и наносистем.
2. Методы анализа. Сканирующая электронная и туннельная микроскопия.
3. Методы анализа. Атомно-силовая микроскопия, туннельная микроскопия.
4. Методы анализа. Эллипсометрия.
5. Методы анализа. ОЖЕ-электронная спектроскопия.
6. Методы анализа. Инфракрасная фурье-спектроскопия.
7. Методы анализа. Люминесцентная и УФ-спектроскопия.
8. Исследование параметров приборов и устройств.
9. Планирование экспериментов по исследованию параметров изготовленного устройства.
10. Выбор и изучение измерительного оборудования.
11. Планирование эксперимента по исследованию параметров устройства. Изучение методик экспериментальных работ.

#### 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. Смирнов С.В. Методы и оборудование контроля параметров технологических процессов производства наногетероструктур и наногетероструктурных монокристаллических интегральных схем: учебное пособие. - Томск: ТУСУР, 2010. - 115 с. (6)
2. Смирнов С.В. Методы и оборудование контроля параметров технологических процессов производства наногетероструктур и наногетероструктурных монокристаллических интегральных схем: учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2010. – 115 с. – [электронный ресурс]. – [http://miel.tusur.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=239](http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=239)

#### 4.2 Дополнительная литература

1. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. физические методы исследования в химии: Резонансные и электрооптические методы: учебник для вузов. – М.: высшая школа, 1989. – 288 с. (1)
2. Вудраф Д., Делчар Т. Современные методы исследования поверхности: научное издание. – М.: Мир, 1989. – 564 с. (5)
3. Брандон Д., Капран У. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учебное пособие для вузов: пер. с англ.; ред. Пер. С.Л. Баженов, доп. К гл. 3 О.В. Егоров. – М.: Техносфера, 2004. – 377 с. (8)
4. Брандон Д., Капран У. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: Учебное пособие для вузов: Пер. с англ.; ред. Пер.: С.Л. Баженов; авт. Дополнения: О.В. Егорова. – М.: Техносфера, 2006. – 377 с. (5)

#### 4.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение



1. Смирнов С.В., Чистоедова И.А. Методы исследований материалов и структур электроники: Учебно-методическое пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 53 с. – [электронный ресурс]. – [http://miel.tusur.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=239](http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=239)

2. 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](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/>