

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ

Документ подписан электронной подписью

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

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

«___» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗА МИКРО- И НАНОСТРУКТУР (ГПО-2)

Уровень профессионального образования: высшее образование - бакалавриат

Направления подготовки 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника»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
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	36
Индивидуальное творческое задание	64	64
Подготовка отчета по ГПО	8	8
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 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
ИТОГО		-	108	108	216	

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
Предшествующие дисциплины			
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	+	+
Последующие дисциплины			
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
Итого максимум за период:	22	22	26	70
Отчетная составляющая балльной оценки участников проекта. Выставляется на этапе защиты ГПО.				30
Нарастающим итогом	22	44	70	100

Таблица 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Вопросы для подготовки к зачету:

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

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1 Основная литература

1. 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

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

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

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
Содержание этапов	<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.
Виды занятий	Практические занятия; Групповые консультации	Практические занятия; Самостоятельная работа	Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	Опрос на практическом занятии; Индивидуальное творческое задание (защита); Зачет	Индивидуальное задание (выполнение, оформление); Конспект самостоятельной работы	Конспект самостоятельной работы; Зачет

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

Таблица 2.2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

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

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<i>знает</i> 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.
Хорошо (базовый уровень)	<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.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<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
Содержание этапов	<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.
Виды занятий	Практические занятия; Групповые консультации	Практические занятия; Самостоятельная работа	Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	Опрос на практическом занятии; Индивидуальное творческое задание (защита); Зачет	Индивидуальное задание (выполнение, оформление); Конспект самостоятельной работы	Конспект самостоятельной работы; Зачет

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

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

Таблица 2.5 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<i>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.
Хорошо (базовый уровень)	<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.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<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
Содержание этапов	<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.
Виды занятий	Практические занятия; Групповые консультации	Практические занятия; Самостоятельная работа	Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	Опрос на практическом занятии; Индивидуальное творческое задание (защита); Зачет	Индивидуальное задание (выполнение, оформление); Конспект самостоятельной работы	Конспект самостоятельной работы; Зачет

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

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

Таблица 2.7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<i>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.
Хорошо (базовый уровень)	<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.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<i>оформляет</i> свои труды в виде материалов докладов конференций и научных статей в соответствии с требованиями конференции; <i>называет</i> основные правила оформления материалов,	<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

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

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

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/>