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 электроника

Форма обучения очная

Факультет электронной техники (ФЭТ)

Кафедра физической электроники (ФЭ)

Курс 3 **Семестр** 5

Учебный 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

Согласована на портале № 6475

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) направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» (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

Согласована на портале № 6475

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 наноэлектроника» (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 наноэлектроники, процессы микро- и нанотехнологий, организация научных исследований в области производства изделий микро- и наноэлектроники (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 наноэлектроники 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.

Согласована на портале № 6475

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 устройсв.	-	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	+	+

Согласована на портале № 6475

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
Мультимедийные презентации с видеороликами и раздаточным материалом с последующим обсуждением	4	4
Работа в команде	6	6
Итого интерактивных занятий	10	10

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Не предусмотрено.

Согласована на портале № 6475

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (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)*	Трудоемкость (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 занятий
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 зашита отчета по ГПО	8	ОПК-5; ПК-2; ПК-3	Отчет по ГПО

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Не предусмотрено.

Согласована на портале № 6475

11. РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

Таблица 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Выполнение промежуточных этапов разработки проекта в соответствии с техническим заданием и календарным планом проекта	10	10	10	**30**
Публикации и доклады участников проектных групп на научно-технических конференциях различного уровня			8	**8**
Посещение занятий	12	12	8	**32**
Итого максимум за период:	**22**	**22**	**26**	**70**
Отчетная составляющая балльной оценки участников проекта. Выставляется на этапе защиты ГПО.				**30**
Нарастающим итогом	**22**	**44**	**70**	**100**

Таблица 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Вопросы для подготовки к зачету:

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

Согласована на портале № 6475

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 монолитных 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 монолитных 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.

Согласована на портале № 6475

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.

Согласована на портале № 6475

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

Согласована на портале № 6475

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).	*знает* различные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств электроники; *умеет* использовать различные приемы обработки экспериментальных данных; *владеет* 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 наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2).	*знает* физические принципы основных экспериментальных методов исследования материалов и структур, используемых в физике и технологии нано- и микросистем, условия реализации и границы применения этих методов; *знает* основные приемы обработки экспериментальных данных; *умеет* выбирать наиболее эффективную методику исследований; *владеет* 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.	*знает* основные способы анализа и систематизации экспериментальной информации; *знает* требования, предъявляемые к форме и содержанию научных отчетов, публикаций, презентаций. *умеет* формулировать основные результаты работы и оценивать их значимость для представления материалов в виде отчетов и публикаций; *владеет* навыками анализа и систематизации результатов исследований и представления их в различном виде; *владеет* 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.

Согласована на портале № 6475

Таблица 2.1 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	*знает* различные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств электроники; *знает* основные приемы обработки экспериментальных данных;	*умеет* использовать различные приемы обработки экспериментальных данных;	*владеет* 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)	*знает* различные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов и устройств электроники и наноэлектроники различного функционала; *знает* основные приемы обработки экспериментальных данных.	*умеет* использовать различные приемы обработки экспериментальных данных при исследовании параметров и характеристик приборов и устройств электроники и наноэлектроники различного функционала; *умеет оценивать* погрешность вычислительного процесса при обработке	*владеет* программными средствами для обработки экспериментальных результатов при исследовании параметров и характеристик приборов и устройств электроники и наноэлектроники различного функционала. *классифицирует* основные приемы обработки

Согласована на портале № 6475

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

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

Таблица 2.4 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	*знает* физические принципы основных экспериментальных методов исследования материалов и структур, используемых в физике и технологии нано- и микросистем, условия реализации и границы применения этих методов;	*умеет* выбирать наиболее эффективную методику исследований;	*владеет* 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

Согласована на портале № 6475

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)	*знает* физические принципы основных экспериментальных методов исследования материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем; *знает* условия реализации экспериментальных методов исследования материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем; *знает* границы применения экспериментальных методов исследования материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем.	*умеет* выбирать наиболее эффективную методику исследований материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем; *подготавливает* необходимые данные для последующего проведения исследований материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем; *рассчитывает* требуемые параметры материала, при его исследовании по определенной методике.	*владеет* навыками работы с измерительным оборудованием, необходимым для проведения исследований параметров и характеристик приборов и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения; *классифицирует* методы исследования материалов, в зависимости от их применения.
Хорошо (базовый уровень)	*знает* физические принципы основных экспериментальных методов исследования материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем; *формулирует* требования к выбору метода исследования материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем.	*умеет* выбирать эффективную методику исследований материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем; *подготавливает* необходимые данные для последующего проведения исследований материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем;	*владеет* навыками работы с основным измерительным оборудованием, необходимым для проведения исследований параметров и характеристик приборов и устройств электроники и наноэлектроники.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	*знает* физические принципы базовых экспериментальных методов исследования материалов, используемых в физике и технологии микро- и наносистем.	*рассчитывает* требуемые параметры материала, при его исследовании по определенной методике с помощью руководителя проекта.	*владеет* 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

Согласована на портале № 6475

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	*знает* основные способы анализа и систематизации экспериментальной информации; *знает* требования, предъявляемые к форме и содержанию научных отчетов, публикаций, презентаций.	*умеет* формулировать основные результаты работы и оценивать их значимость для представления материалов в виде отчетов и публикаций;	*владеет* навыками анализа и систематизации результатов исследований и представления их в различном виде; *владеет* 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)	*знает* основные способы анализа и систематизации экспериментальной информации; *представляет* свои материалы в виде научных статей; *знает* принципиальные отличия в правилах оформления материалов, научных отчетов, публикаций и презентаций; *формулирует* требования к оформлению материалов, научных отчетов, публикаций и презентаций.	*формулирует* основные результаты работы; *умеет оценивать* значимость результатов; *выбирает* оптимальный метод обработки экспериментальных данных, учитывая условия при которых проходил научный эксперимент.	*владеет* методами обработки данных прямых и косвенных измерений параметров и характеристик материалов и компонентов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники.
Хорошо (базовый уровень)	*представляет* свои труды в виде материалов докладов конференций; *знает* основные требования оформления библиографических ссылок при написании научного отчета и публикаций.	*рассчитывает* погрешности результатов прямых и косвенных измерений параметров и характеристик материалов и компонентов для изготовления изделий нано- и микросистемной техники.	*демонстрирует* системный подход к анализу результатов научных исследований материалов и компонентов, используемых для изготовления изделий нано- и микросистемной техники.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	*оформляет* свои труды в виде материалов докладов конференций и научных статей в соответствии с требованиями конференции; *называет* основные правила оформления материалов,	*умеет выбирать* оптимальный метод обработки экспериментальных данных, в соответствии с рекомендациями.	*классифицирует* методы обработки результатов измерений.

Согласована на портале № 6475

	научных отчетов, публикаций и презентаций.		

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 монолитных 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 монолитных 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

Согласована на портале № 6475

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/

Согласована на портале № 6475