Б1.В.ОД.4.2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
(Проректор по учебной работе)

_____ **П.Е.Троян**

«5» 10 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

Уровень основной образовательной программы бакалавриат

Направления подготовки **28.03.01** «Нанотехнологии и микросистемная техника»

Профиль Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике

Форма обучения очная

Факультет электронной техники (ФЭТ)

Кафедра физической электроники (ФЭ)

Курс 4 **Семестр** 7

Учебный план набора 2013 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							-		-	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)							-		-	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)							-		-	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена							108		108	часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)							216		216	часов
	(в зачетных единицах)							6		6	ЗЕТ

Зачет с оценкой 7 **семестр**

Томск 2016

Согласована на портале № 9876

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 ВПО) по направлению подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» (квалификация (бакалавр)), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 06.03.2015 г. № 177.

Рабочая программа учебной дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры физической электроники от «08» 09 2016 г., протокол № 73.

Разработчик:
Профессор кафедры ФЭ _____ / Т.И.Данилина

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 № 9876

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

В ходе освоения дисциплины студент должен приобрести навыки научно-исследовательской работы; научиться собирать, анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по тематике исследования в области нанотехнологии и микросистемной техники; уметь проводить экспериментальные исследования по синтезу материалов и компонентов твердотельной электроники и микросистемной техники, научиться анализировать и систематизировать результаты исследований, обрабатывать и представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

В соответствии с основной образовательной программой дисциплина «Научно-исследовательская работа» относится к дисциплинам вариативной части математического и естественнонаучного цикла (Б1.В.ОД.4.2).

Основой для изучения дисциплины «Научно-исследовательская работа» являются курсы: твердотельная электроника, физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологии, основы технологии электронной компонентной базы.

Основные положения дисциплины «Научно-исследовательская работа» должны быть использованы в дальнейшем при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

– готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-2);

– готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3);

– готовность к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий наноэлектроники и микросистемной техники (ПСК-3).

3.2. В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

– основные законы естественнонаучных дисциплин по тематике НИР;

– методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, материалов и компонентов микро- и наносистемной техники.

уметь:

– использовать теоретические знания для проведения экспериментальных работ по тематике НИР;

владеть:

– проводить экспериментальные исследования параметров и характеристик материалов и компонентов электроники и наноэлектроники;

– аргументировано выбирать и реализовывать эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик материалов и компонентов микро- и наносистемной техники.

Согласована на портале № 9876

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет ___6___ зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	**108**	**108**
В том числе:	-	
Практические занятия	108	108
Самостоятельная работа (всего)	**108**	**108**
В том числе:	-	
Изучение литературы по тематике исследований	22	22
Обработка результатов измерений и расчетов	50	50
Оформление отчета	20	20
Написание доклада (статьи) на конференцию, подготовка презентаций	16	16
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	Практические занятия	Самост. работа студента	Всего час	Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК)
1.	Знакомство с организацией работы при прохождении НИР, требованиями к оформлению результатов работы, распределение студентов по руководителям	4	-	4	ПК-2, ПК-3
2.	Работа по индивидуальным планам	74	-	74	ПК-2, ПК-3, ПСК-3
3.	Изучение литературы по тематике исследований	-	22	22	ПК-2, ПСК-3
4.	Обработка результатов измерений и расчетов	14	50	64	ПК-2, ПК-3, ПСК-3
5.	Оформление отчета	14	20	34	ПК-3, ПСК-2
6.	Написание доклада (статьи) на конференцию	-	16	16	ПК-3
7.	Защита работы	2	-	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	3	4	5	6	7
	Предшествующие дисциплины							
1.	твердотельная электроника	+	+	+	+	+	+	+
2.	физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологии	+	+	+	+	+	+	+
3.	основы технологии электронной компонентной базы	+	+	+	+	+	+	+
	Последующие дисциплины							
1.	выпускная квалификационная работа	+	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 9876

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

Перечень компетенций	Виды занятий		Формы контроля
	Пр.	СРС	
ПК-2	+	+	Оценка на защите отчета. Выступление на конференции
ПК-3	+	+	Оценка на защите отчета. Выступление на конференции
ПСК-3	+	+	Оценка на защите отчета. Выступление на конференции

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы \ Формы	Практические занятия (час)	Всего
Работа в команде	20	20
Итого интерактивных занятий	20	20

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

не предусмотрено

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК
1.	1.	Знакомство с организацией работы при прохождении НИР, требованиями к оформлению результатов работы, распределение студентов по руководителям	4	ПК-2, ПК-3
2.	2.	Работа по индивидуальным планам (студент встречается с руководителем, который знакомит его с содержанием работы, определяет место работы и выдает индивидуальное задание)	74	ПК-2, ПК-3, ПСК-3
3.	4.	Обработка результатов измерений и расчетов	14	ПК-2, ПК-3, ПСК-3
4.	5.	Оформление отчета (отчет оформляется по результатам работы в соответствии с общими требованиями и правилами оформления ОС ТУСУР 01-2013)	14	ПК-3, ПСК-2
5.	7.	Защита работы	2	ПК-3

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК	Контроль выполнения работы
1.	3.	Изучение литературы по тематике исследований	22	ПК-2, ПК-3, ПСК-3	Собеседование с руководителем
2.	4.	Обработка результатов измерений и расчетов	50	ПК-2, ПК-3, ПСК-3	Обсуждение с руководителем
3.	5.	Оформление отчета	20	ПК-2, ПК-3, ПСК-3	Проверка руководителем
4.	6.	Написание доклада (статьи) на конференцию	16	ПК-2, ПК-3, ПСК-3	Выступление на конференции
		Итого:	**108**		

Тематика индивидуальных заданий:

1. Травление диэлектрика для дальнейшего формирования несплавных омических контактов к HEMT на основе гетероструктуры AlGaN/GaN.
2. Исследование влияния кислородной плазмы на утонение слоев резиста.
3. Восстановление установки совмещения и экспонирования СТ-301
4. Разделение полупроводниковых пластин, сравнение методов, технологический маршрут разделения полупроводниковых пластин методом фоторезистирования.
5. Разработка программного модуля редактора карт раскроя полупроводниковых пластин.

Согласована на портале № 9876

6. Исследование динамических характеристик фотоэлектронного преобразователя в различных диапазонах длин волн.
7. Исследование варисторного эффекта в тонких пленках нитрида тантала, полученных методом магнетронного распыления.
8. Моделирование встречно штыревого фильтра в программном продукте MWO.
9. Расчет и проектирование варикапа КВ110Б
10. Контрольные операции в технологическом маршруте изготовления кристалла варикапа.
11. Технология сборки и испытаний варикапных матриц на основе арсенида галлия.
12. Утонение полупроводниковых пластин. Методы утонения полупроводниковых пластин. Подключение установки Strasbaugh 6EJ.
13. Измерение электрических параметров пассивных элементов GaAs плат микроэлектронных на ручной зондовой станции Suss PM5.
14. Исследование влияния ИК излучения на дрейф емкости.
15. Формирование и программирование рельефа на поверхности GaN.

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

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
Получение индивидуальных заданий	4			4
Подбор и обзор литературы	12			12
Выполнение экспериментальной работы		14		14
Обработка результатов		5	5	10
Полное оформление работы			12	12
Доклад на конференции			12	12
Компонент своевременности	2	2	2	6
Итого максимум за период	**18**	**21**	**31**	**70**
Защита отчета				30
Нарастающим итогом	**18**	**39**	**70**	**100**

По результатам текущего рейтинга формируется семестровый рейтинг. При набранных баллах 60 и более зачёт выставляется автоматически.

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)

Согласована на портале № 9876

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1. Основная литература

12.1.1. Смирнова К.И. Научно-исследовательская работа: Методические указания. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 12 с.– [электронный ресурс]. – http://miel.tusur.ru/

12.2. Дополнительная литература

12.2.1. Тонкопленочная технология: Пер. с англ. / Р. Берри, П. Холл, М. Гаррис; пер. В.И. Генкин, пер. Е.И. Гиваргизов. – М.: Энергия, 1972. – 336 с. **(12)**

12.2.1. Технология тонких пленок: справочник: в 2 т.: пер. с англ. / ред. Л. Майссел, ред. Р. Глэнг, ред. пер. М.И. Елинсон, ред. пер. Г.Г. Смолко. – М.: Советское радио, 1977 – Т. 1 / К.А. Нейгебауэр, С.Мадер, И.Х. Кан. – М.: Советское радио, 1977. – 664 с. **(13)**

12.2.2. Технология тонких пленок: справочник: В 2 т.: Пер. с англ. – М.: Советское радио, 1977 – Т. 2 / ред. Л. Майссел, ред. Р. Глэнга. – М.: Советское радио, 1977. – 768 с. **(11)**

12.2.3. Получение тонкопленочных элементов микросхем: производственно-практическое издание / Б.С. Данилин. – М.: Энергия, 1977. – 135[1] с. **(59)**

12.2.4. Тонкие пленки в микроэлектронике: Учебное пособие / Г.А. Воробьев, Т.И. Данилина, К.И. Смирнова; ред. З.А. Шандра; ТИАСУР. – Томск: Издательство Томского университета, 1991. – 124 с. **(131)**

12.3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение

12.3.1. Смирнова К.И. Научно-исследовательская работа: Методические указания. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 12 с.– [электронный ресурс]. – http://miel.tusur.ru/

12.3.2. Тонкие пленки в микроэлектронике: учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе / К.И. Смирнова; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. – Томск: ТУСУР, 2007. – 49 с. **(49)**

12.3.3. Данилина Т.И. Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013. – 20 с. – [электронный ресурс]. – http://miel.tusur.ru/

12.3.4. Офисные программы Microsoft Office или Open Office.

12.3.5. Математический пакет MathCad или Mathematica.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудиторные практические занятия в семестре и самостоятельная часть научно-исследовательской работы проводятся на кафедре физической электроники ТУСУР, на базе научного образовательного центра «Нанотехнология», ЗАО НПФ «Микран», АО «НИИПП», НПЦ «ПОЛЮС», Физико-технического института при ТПУ, лаборатории ЭДИП при ТПУ, СФТИ при ТГУ, ИФПМ СО РАН, НИИ СЭС ТУСУР, НИИ СТ ТУСУР, лаборатории кафедр ТУСУР.

Согласована на портале № 9876

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ **П. Е. Троян**
«5» 10 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

(полное наименование учебной дисциплины или практики)

Уровень основной образовательной программы **бакалавриат**
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Направление (я) подготовки (специальность) 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
(полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль (и) «Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике»
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности))

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет электронной техники (ФЭТ)
(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедра физической электроники (ФЭ)
(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс 4 **Семестр** 7

Учебный план набора 2013 года.

Зачет с оценкой 7 **семестр** **Диф. зачет** _____ **семестр**

Экзамен _____ **семестр**

Разработчики: проф. каф. ФЭ Данилина Т.И.

Томск 2016

Согласована на портале № 9876

1 Введение

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

ФОС по дисциплине «НИР» используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной «НИР» компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ПК-2	Готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	Знать: технологию синтеза материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, методику экспериментальных исследований Уметь: решать задачи по расчету параметров технологических процессов изготовления компонентов нано- и микросистемной техники Владеть: методами экспериментальных исследований и методами анализа материалов и компонентов

Согласована на портале № 9876

ПК-3	Готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	Знать: методы математического анализа и моделирования экспериментальных исследований Уметь: систематизировать результаты исследований, моделировать компоненты нано- и микросистемной техники Владеть: технологией обработки результатов измерений и расчетов
ПСК-3	Готовность к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий наноэлектроники и микросистемной техники	Знать: методы научно-исследовательских работ в области производства изделий наноэлектроники и микросистемной техники Уметь: решать задачи по расчету параметров технологических процессов и конструированию изделий наноэлектроники и микросистемной техники Владеть:осуществлять экспериментальные исследования и опытно-конструкторские работы

Согласована на портале № 9876

2 Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-2

Готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Таблица 2.– Этапы формирования компетенции ПК-2 и используемые средства оценивания

1. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Технологию синтеза материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, методику экспериментальных исследований	Решать задачи по расчету параметров технологических процессов изготовления компонентов нано- и микросистемной техники	Методы экспериментальных исследований и методами анализа материалов и компонентов
Виды занятий	Практические занятия, самостоятельная работа	Практические занятия, самостоятельная работа	Практические занятия, самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	Собеседование с руководителем, оценка на защите отчета, выступление на конференции	Собеседование с руководителем, оценка на защите отчета, выступление на конференции	Собеседование с руководителем, оценка на защите отчета, выступление на конференции

3 Компетенция ПК-3

Готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

Согласована на портале № 9876

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

Таблица 3– Этапы формирования компетенции ПК-3 и используемые средства оценивания

2. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Методы математического анализа и моделирования экспериментальных исследований и компонентов нано- и микросистемной техники	Систематизировать результаты исследований, моделировать компоненты нано- и микросистемной техники	Технологией обработки результатов измерений и расчетов
Виды занятий	Практические занятия, самостоятельная работа	Практические занятия, самостоятельная работа	Практические занятия, самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	Собеседование с руководителем, оценка на защите отчета, выступление на конференции	Собеседование с руководителем, оценка на защите отчета, выступление на конференции	Собеседование с руководителем, оценка на защите отчета, выступление на конференции

Согласована на портале № 9876

3 Компетенция ПСК-3

Готовность к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий наноэлектроники и микросистемной техники.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Этапы формирования компетенции ПСК-3 и используемые средства оценивания

3. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Методы научно-исследовательских работ в области производства конкретных изделий наноэлектроники и микросистемной техники	Решать задачи по расчету параметров технологических процессов и конструированию изделий наноэлектроники и микросистемной техники	Осуществлять экспериментальные исследования и опытно-конструкторские работы
Виды занятий	Практические занятия, самостоятельная работа	Практические занятия, самостоятельная работа	Практические занятия, самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	Собеседование с руководителем, оценка на защите отчета, выступление на конференции	Собеседование с руководителем, оценка на защите отчета, выступление на конференции	Собеседование с руководителем, оценка на защите отчета,

Согласована на портале № 9876

			выступление на конференции

1.Компетенция ПК-2 - готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам приведены в таблице 5.

Таблица 5 – 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, требуе-мыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции **ПК-2** приведена в таблице 6.

Таблица 6 - Характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 9876

Отлично (высокий уровень)	Технологию синтеза материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, методику экспериментальных исследований	Решать задачи по расчету параметров технологических процессов изготовления компонентов нано- и микросистемной техники	В полном объеме методикой экспериментальных исследований и методами анализа материалов и компонентов
Хорошо (базовый уровень)	Базовую технологию синтеза материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, методику экспериментальных исследований	Решать задачи по конкретным технологическим процессам изготовления компонентов нано- и микросистемной техники	Методами синтеза и анализа на конкретных этапах
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Базовую технологию синтеза материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, методику экспериментальных исследований	Решать простейшие задачи по технологическим процессам иизготовления компонентов нано- и микросистемной техники	Простейшими методами синтеза и анализа

2. Компетенция ПК-3 - готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

Согласована на портале № 9876

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам приведены в **таблице 7**.

Таблица 7 – 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 компетенции **ПК-3**приведена в таблице 8.

Таблица 8 - Характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Методы математического анализа и моделирования	Систематизировать результаты исследований, моделировать компоненты нано- и микросистемной	Технологией обработки результатов измерений и расчетов, в том числе

Согласована на портале № 9876

	экспериментальных исследований и компонентов нано- и микросистемной техники	техники	современными методами
Хорошо (базовый уровень)	Методы математического анализа и моделирования экспериментальных исследований и компонентов нано- и микросистемной техники	Систематизировать результаты исследований, моделировать простые компоненты нано- и микросистемной техники	Базовой технологией обработки результатов измерений и расчетов
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Некоторые методами математического анализа и моделирования экспериментальных исследований и компонентов нано- и микросистемной техники	Систематизировать результаты исследований	Некоторыми методами обработки результатов измерений

3. **Компетенция ПСК-3** – готовность к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий наноэлектроники и микросистемной техники.

4.

Согласована на портале № 9876

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам приведены в таблице 9

Таблица 9 – 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 компетенции **ПСК-3** приведена в таблице 10.

Таблица 10 - Характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Методику научно-исследовательских работ в области производства изделий наноэлектроники и микросистемной техники	Решать задачи по расчету режимов технологических процессов и конструированию изделий наноэлектроники и микросистемной техники	Осуществлять экспериментальные исследования и опытно-конструкторские работы
Хорошо (базовый уровень)	Методику научно-	Решать базовые задачи	Осуществлять экспериментальные

Согласована на портале № 9876

	исследовательских работ в области производства конкретных изделий наноэлектроники и микросистемной техники	по расчету режимов технологических процессов и конструированию изделий наноэлектроники и микросистемной техники	исследования
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Методику научно-исследовательских работ в области производства конкретных изделий наноэлектроники и микросистемной техники	Простые базовые задачи по расчету режимов технологических процессов наноэлектроники и микросистемной техники	Простые экспериментальные исследования под наблюдением оператора

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе: тесты, контрольные работы, индивидуальные задания, практические задания, лабораторные работы, экзамен.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

3.1. Контрольные работы:

- Изучение литературы по тематике исследований;

- Собеседование со студентами по ходу выполнения экспериментальных работ.

3.2. Тесты:

Обсуждение со студентами результатов экспериментальных исследований.

3.3. Выполнение домашних индивидуальных заданий:

- Работа по индивидуальным планам;

- Оформление отчетов по НИР.

Перечень тем индивидуальных заданий:

1. Формирование Т-образного затвора HEMT транзистора с использованием метода электронно-лучевой литографии.

2. Вакуумно-плазменные комплексы для изучения состояния поверхности изделий.

3. Изучение оптических свойств люминофоров.

Согласована на портале № 9876

4. Исследование свойств пленок Si_xNy, полученных плазмо-химическим осаждением.

5. Молекулярно-лучевая эпитаксия для получения низко-размерных структур.

6. Пленки нитрида галлия для приборов наноэлектроники.

7.Оптимизациястатистического анализа параметров полупроводниковых приборов.

8. Разработка метода выявления интерметаллических соединений Au-Al на контактных площадках кристалла и траверсах внешних выводов.

9.Разработка измерителя напряженности электромагнитного СВЧ поля.

10.Физическое моделирование силового GaN транзистора.

11.Технология формирования омических контактов с гетероструктурами AlGaN/GaN с локально-зарощенными сильнолегированными областями.

12. Разработка научно-технических основ получения CVD алмаза в микроэлектронике.

13. Исследование влияния методов формирования меза-структуры на статические параметры кремниевых варикапов.

14. Оптимизация конструкции полевого электрода в мощном СВЧ GaN HEMT.

15.Создание программно-аппаратного комплекса для разработки и исследования варикапов.

16. Исследование электромагнитных свойств оксидных материалов и композитов на их основе в СВЧ диапазоне.

17. Формирование библиотеки заказных элементов и проектирование СВЧ МИС малошумящего усилителя.

18.Особенности высокотемпературной стабильности электрохимических контактов Шоттки различного диаметра.

3.4. Темы практических занятий:

Знакомство с организацией работы при прохождении НИР, требованиями к оформлению результатов работы, распределение студентов по руководителям

Работа по индивидуальным планам (студент встречается с руководителем, который знакомит его с содержанием работы, определяет место работы и выдает индивидуальное задание)

Обработка результатов измерений и расчетов

Оформление отчета (отчет оформляется по результатам работы в соответствии с общими требованиями и правилами оформления ОС ТУСУР 01-2013)

Защита работы

3.5. Лабораторные работы:

не предусмотрено

Согласована на портале № 9876

3.6. Экзамен:

не предусмотрено

4 Методические материалы

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

4.1. Основная литература

4.1.1. Смирнова К.И. Научно-исследовательская работа: Методические указания. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 12 с.– [электронный ресурс]. – http://miel.tusur.ru/

4.2. Дополнительная литература

4.2.1. Тонкопленочная технология: Пер. с англ. / Р. Берри, П. Холл, М. Гаррис; пер. В.И. Генкин, пер. Е.И. Гиваргизов. – М.: Энергия, 1972. – 336 с. **(12)**

4.2.2. Технология тонких пленок: справочник: в 2 т.: пер. с англ. / ред. Л. Майссел, ред. Р. Глэнг, ред. пер. М.И. Елинсон, ред. пер. Г.Г. Смолко. – М.: Советское радио, 1977 – Т. 1 / К.А. Нейгебауэр, С.Мадер, И.Х. Кан. – М.: Советское радио, 1977. – 664 с. **(13)**

4.2.3. Технология тонких пленок: справочник: В 2 т.: Пер. с англ. – М.: Советское радио, 1977 – Т. 2 / ред. Л. Майссел, ред. Р. Глэнга. – М.: Советское радио, 1977. – 768 с. **(11)**

4.2.4. Получение тонкопленочных элементов микросхем: производственно-практическое издание / Б.С. Данилин. – М.: Энергия, 1977. – 135[1] с. **(59)**

4.2.5. Тонкие пленки в микроэлектронике: Учебное пособие / Г.А. Воробьев, Т.И. Данилина, К.И. Смирнова; ред. З.А. Шандра; ТИАСУР. – Томск: Издательство Томского университета, 1991. – 124 с. **(131)**

4.3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение

4.3.1. Смирнова К.И. Научно-исследовательская работа: Методические указания. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 12 с.– [электронный ресурс]. – http://miel.tusur.ru/

4.3.2. Тонкие пленки в микроэлектронике: учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе / К.И. Смирнова; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. – Томск: ТУСУР, 2007. – 49 с. **(49)**

4.3.3. Данилина Т.И. Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013. – 20 с. – [электронный ресурс]. – http://miel.tusur.ru/

4.3.4. Офисные программы Microsoft Office или Open Office.

4.3.5. Математический пакет MathCad или Mathematica.

4.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Согласована на портале № 9876

4.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудиторные практические занятия в семестре и самостоятельная часть научно-исследовательской работы проводятся на кафедре физической электроники ТУСУР, на базе научного образовательного центра «Нанотехнология», ЗАО НПФ «Микран», АО «НИИПП», НПЦ «ПОЛЮС», Физико-технического института при ТПУ, лаборатории ЭДИП при ТПУ, СФТИ при ТГУ, ИФПМ СО РАН, НИИ СЭС ТУСУР, НИИ СТ ТУСУР, лаборатории кафедр ТУСУР.

Согласована на портале № 9876