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

«___» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В НАНОТЕХНОЛОГИИ (ГПО 1)

Уровень профессионального образования: высшее образование - бакалавриат

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

Направленность (профиль) Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике

Форма обучения очная

Факультет электронной техники (ФЭТ)

Кафедра физической электроники (ФЭ)

Курс 2 **Семестр** 4

Учебный план набора 2015, 2016 года и последующих лет.

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				102					102	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)				-					-	часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)				102					102	часов
6.	Из них в интерактивной форме				10					10	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)				114					114	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 4 **семестр**

Томск 2017

Согласована на портале № 12445

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 77 от « 11 » 1 2017 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) направления 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 6 марта 2015 г. № 177, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры физической электроники от «11» 01 2017 г., протокол № 77.

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 № 12445

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Инструментальное обеспечение в нанотехнологии (ГПО 1)» является формирование знаний в области инструментального обеспечения в нанотехнологии, усвоение фундаментальных принципов, на которых строится нанотехнологии, формирование у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

Задачей изучения дисциплины «Инструментальное обеспечение в нанотехнологии (ГПО 1)» являются расширение научного кругозора и эрудиции слушателей для последующего использования их при создании и исследовании объектов в наноэлектронике.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

В соответствии с ОПОП дисциплина «Инструментальное обеспечение в нанотехнологии (ГПО 1)» относится к дисциплинам вариативной части образовательной программы бакалавриата по направлению 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» (Б1.В.ДВ.4.2).

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изучаемых дисциплинах: информационные технологии, прикладная информация, математическое моделирование и программирование.

На материалах, изучаемых в данной дисциплине, базируются следующие дисциплины учебного плана, изучаемые позднее: ионно-плазменные технологии изготовления микро- и наноструктур (ГПО 2), электрофизические методы исследования наноструктур (ГПО 3), технологическое оборудование микро- и нанотехнологий (ГПО 4), учебно-исследовательская работа в семестре, технология кремниевой наноэлектроники, моделирование и проектирование микро- и наносистем.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Изучение дисциплины направлено на формирование у бакалавров следующих *общепрофессиональных* (ОПК) и *профессиональных компетенций* (ПК):

- способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (**ОПК-7**);
- готовностью проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (**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:

- основы инструментального обеспечения в нанотехнологии;
- методы исследования наноструктур;
- оборудование и технологии формирования наноструктур;
- основные численные методы, используемые в математическом моделировании.

уметь:

- строить формальные математические модели реальных объектов на основе экспериментального исследования их характеристик;
- определять параметры физических моделей объектов на основе экспериментального исследования их характеристик;
- применять численные методы при использовании моделей.

иметь опыт / владеть:

- методами использования информационных технологий в моделировании;
- построения математических моделей некоторых конкретных физических объектов.

Согласована на портале № 12445

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет __6__ зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		4
Аудиторные занятия (всего)	**102**	**102**
В том числе:		
Лекции	-	-
Практические занятия	102	102
Самостоятельная работа (всего)	**114**	**114**
В том числе:		
Изучение и анализ литературы	36	36
Индивидуальное творческое задание	70	70
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.	Введение. Нанотехнологии.	-	12	14	26	ОПК-7; ПК-2,3
2.	Наноразмерные структуры: классификация, формирование и исследование.	-	30	30	60	ОПК-7; ПК-2,3
3.	Инструментальные средства нанотехнологий: основы технологии изготовления наноструктур.	-	30	30	60	ОПК-7; ПК-2,3
4.	Инструментальные средства нанотехнологий: методы исследования наноструктур.	-	30	40	70	ОПК-7; ПК-2,3
	ИТОГО	**-**	**102**	**114**	**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
Предшествующие дисциплины					
1.	информационные технологии	+	+	+	+
2.	прикладная информатика	+	+	+	+
3.	математическое моделирование и программирование	+	+	+	+
Последующие дисциплины					
1.	Технология кремниевой наноэлектроники	+	+	+	+
2.	Моделирование и проектирование микро- и наносистем	+	+	+	+
3.	Ионно-плазменные технологии изготовления микро- и наноструктур (ГПО 2)	+	+	+	+
4.	Электрофизические методы исследования наноструктур (ГПО 3)	+	+	+	+
5.	Технологическое оборудование микро- и нанотехнологий (ГПО 4)	+	+	+	+
6.	Учебно-исследовательская работа в семестре	+	+	+	+

Согласована на портале № 12445

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

Перечень компетенций	Виды занятий		Формы контроля
	ПЗ	СРС	
ОПК-7	+	+	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.

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК
1.	**1**	Введение. Нанотехнологии. Этапы развития нанотехнологий. Перспективы опасности развития нанотехнологий и наноматериалов. Российские Нобелевские лауреаты в области нанотехнологий и их достижения. Нанотехнологии и наноматериалы в России. Философские проблемы развития и применения нанотехнологий. О возможных негативных последствиях нанотехнологий и наночастиц.	12	ОПК-7; ПК-2,3
2.	**2**	Наноразмерные структуры: классификация, формирование и исследование. Общие сведения о наноразмерных структурах. Особенности свойств наноструктур. Термодинамические свойства. Свойства проводимости. Магнитные свойства.	30	ОПК-7; ПК-2,3
3.	**3**	Инструментальные средства нанотехнологий: основы технологии изготовления наноструктур. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Газофазная эпитаксия. Нанолитография. Самоорганизация наночастиц.	30	ОПК-7; ПК-2,3
4.	**4**	Инструментальные средства нанотехнологий: методы исследования наноструктур. Электронная микроскопия. сканирующая зондовая микроскопия. Рентгеновский анализ. Оптическая микроскопия. Систематизация и оформление результатов, подготовка материалов в виде научного отчета. Подготовка и оформление материалов исследований в виде публикаций. Подготовка устного выступления и презентация. Публичная защита отчета.	30	ОПК-7; ПК-2,3

Согласована на портале № 12445

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК	Контроль выполнения работы
1.	**1-4**	Изучение и анализ литературы	40	ОПК-7; ПК-2,3	Опрос на практических занятий
2.	**1-4**	Выполнение и защита индивидуального творческого задания	60	ОПК-7; ПК-2,3	Отчет по индивидуальному творческому занятию
3.	**1-4**	Выполнение и зашита отчета по ГПО	14	ОПК-7; ПК-2,3	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**
Посещение занятий	12	12	8	**32**
Публикации и доклады участников проектных групп на научно-технических конференциях различного уровня			8	**8**
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 № 12445

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1 Основная литература

1. Марголин, В.И. Введение в нанотехнологию. [Электронный ресурс] / В.И. Марголин, В.А. Жабрев, Г.Н. Лукьянов, В.А. Тупик. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 464 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/4310

2. Наноэлектроника: учеб. пособие / П.Е. Троян, Ю.В. Сахаров. – Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2010. – 88 с. https://edu.tusur.ru/training/publications/537

12.2 Дополнительная литература

1. Нанотехнологии в электронике: Монография / Н.И. Боргардт и др. ред. Ю.А. Чаплыгин. Московский государственный институт электронной техники. – М.: Техносфера, 2005. – 446 с. **(20)**

2. Зондовые нанотехнологии в электронике / В.К. Неволин. – М.: Техносфера, 2005. – 147 с. **(9)**

3. Основы наноэлектроники: Учебное пособие для вузов / В.П. Драгунов, И.Г. Неизвестный, В.А. Гридчин. – 2-е изд., исп. и доп. – Новосибирск: НГТУ, 2004. – 494 [2] с. **(20)**

12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

1. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Физика низкоразмерных структур»: к самостоятельной работе / М.М. Симунин. Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский университет «МИЭТ» (М.). – М.: МИЭТ, 2011. – 128 с. **(1)**

2. Зариковская, Н. В. Учебно-методическое пособие «Математическое моделирование» для аудиторных практических занятий, лабораторных работ и самостоятельных работ студентов по направлению 210100 «Электроника и наноэлектроника» и 222900 «Нанотехнологии и микросистемная техника» [Электронный ресурс] / Зариковская Н. В. — Томск: ТУСУР, 2014. — 103 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4607

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

13.1 Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

Для реализации программы учебной дисциплины используется материально-техническое обеспечение кафедры физической электроники.

13.1.1 Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических занятий используются учебные аудитории, расположенные по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д 74, 1 этаж, ауд. 116, 117, 119, 2 этаж, ауд. 216.

Состав оборудования ауд. 116: установка вакуумного напыления УВН2М-1 – 3 шт., лабораторное оборудование и приборы: микроскоп МБС-9 – 4 шт., микроскоп стерео МС-1 – 5 шт., микроинтерферометр МИИ-4 – 1 шт., измеритель иммитанса Е7-20 – 1 шт., мультиметр ЕДС-128 – 4 шт., микроскоп ММУ-3У – 1 шт., лабораторный макет – 4-х зондовый метод измерения удельного сопротивления.

Состав оборудования ауд. 117: доска магнито-маркерная - 1шт., ноутбук - 1шт., установка совмещения и экспонирования ЩА-310, установка для нанесения фоторезиста, дистиллятор воды, химическая посуда, реактивы.

Состав оборудования ауд. 119: доска магнито-маркерная – 1 шт., лабораторные макеты: температурные свойства ферромагнитных материалов, температурные свойства проводящих материалов, объемное и поверхностное сопротивление изоляционных материалов, пробой тонкопленочных конденсаторов (ТПК), температурная зависимость проводимости диэлектриков, фотоэлектрические свойства полупроводниковых материалов.

Лабораторное оборудование и приборы: измеритель Е7-8 – 2 шт., вольтметр В7-22А – 2 шт., амперметр Ф-195, М-253 – 2 шт., источник постоянного тока Б5-47 – 1 шт., электрометр В7Э-42 – 1 шт., мультиметр В7-22А – 2 шт., измеритель иммитанса Е7-20 – 1 шт., терраометр Е6-13 – 1 шт., печь лабораторная – 2 шт., прибор для исследования пробоя ТПК – 1 шт.

Компьютерные лабораторные работы – 3 шт., ПЭВМ – 4 шт.

Согласована на портале № 12445

Лабораторные макеты: определение ширины запрещенной зоны полупроводников, определение термо-ЭДС полупроводников, эффект Холла, эффект Пельтье.

Лабораторное оборудование и приборы: лабораторный стенд СФП-5 – 2 шт., вольтметр В7-22А – 5 шт., вольтметр В7-26 – 1 шт., вольтметр цифровой Ф4214 – 1 шт., вольтметр Ф238 – 1 шт., источник постоянного тока Б5-47 – 1 шт., измеритель иммитанса Е7-20 – 1 шт.

Состав оборудования ауд. 216: Оптический УФ спектрометр USB2000 – 1 шт., ИК Фурье-спектрометр Infralum FT-801 с приставкой на отражение – 1 шт., монохроматор МДР-23 – 1 шт., спектральный лазерный эллипсометр Эллипс-1891 САГ – 1 шт., растровый электронный микроскоп Hitachi TM-1000 с микроанализатором Bruker Quantax 50EDX – 1 шт., рамановский спектрометр Avantes-532TEC – 1 шт., атомно-силовой микроскоп Certus Optic U с совмещенным оптическим микроскопом – 1 шт., измеритель параметров полупроводниковых приборов Метроном-03 – 1 шт., микроинтерферометр Линника МИИ-4М – 1 шт., цифровой RLC-метр Protek 9216A – 1 шт., измеритель иммитанса МНИПИ Е7-20 – 1 шт., компьютер – 4 шт., ноутбук – 2 шт.

13.1.2 Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 2 этаж, ауд. 217. Состав оборудования: учебная мебель; доска магнито-маркерная.

13.2 Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видео увеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Согласована на портале № 12445

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

1. в печатной форме;
2. в печатной форме с увеличенным шрифтом;
3. в форме электронного документа;
4. методом чтения ассистентом задания вслух;
5. предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

1. письменно на бумаге;
2. набор ответов на компьютере;
3. набор ответов с использованием услуг ассистента;
4. представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

в форме электронного документа;

в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

в форме электронного документа;

в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

в форме электронного документа;

в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 12445

15. 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 № 12445

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
«___» _____ 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В НАНОТЕХНОЛОГИИ (ГПО 1)

Уровень профессионального образования: высшее образование - бакалавриат

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

Направленность (профиль) Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике

Форма обучения очная

Факультет электронной техники (ФЭТ)

Кафедра физической электроники (ФЭ)

Курс 2 **Семестр** 4

Учебный план набора 2015, 2016 года и последующих лет.

Диф. зачет 4 **семестр**

Разработчик:
Ассистент кафедры ФЭ _____ / В.В. Каранский

Томск 2017

Согласована на портале № 12445

1. ВВЕДЕНИЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе учебной дисциплины «Инструментальное обеспечение в нанотехнологии (ГПО 1)» 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 «Инструментальное обеспечение в нанотехнологии (ГПО 1)» используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.
Перечень закрепленных за дисциплиной «Инструментальное обеспечение в нанотехнологии (ГПО 1)» компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-7	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;	*знает* основы инструментального обеспечения в нанотехнологии; *знает* оборудование и технологии формирования наноструктур; *умеет* использовать современное оборудование для формирования наноструктур; *умеет* учитывать современные тенденции развития электроники; *иметь опыт* работы с современным оборудованием для формирования наноструктур с учетом современных тенденций развития электроники.
ПК-2	готовностью проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники;	*знает* методы исследования наноструктур; *знает* численные методы при использовании моделей; *умеет* строить формальные математические модели реальных объектов на основе экспериментального исследования их характеристик; *умеет* определять параметры физических моделей объектов на основе экспериментального исследования их характеристик; *умеет* применять численные методы при использовании моделей; *владеет* методами использования информационных технологий в моделировании; *иметь опыт* построения математических моделей некоторых конкретных физических объектов.
ПК-3	готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.	*знает* правила оформления материалов, научных отчетов, публикаций и презентаций. *знает* основные численные методы, используемые в математическом моделировании; *умеет* применять методы анализа и обработки экспериментальных данных; *владеет* системным подходом к анализу результатов научных исследований; *владеет* методами обработки результатов измерения параметров и характеристик микро- и наноструктур.

2. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1 Компетенция ОПК-7

ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

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 № 12445

Таблица 2.1 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	*знает* основы инструментального обеспечения в нанотехнологии; *знает* оборудование и технологии формирования наноструктур;	*умеет* использовать современное оборудование для формирования наноструктур; *умеет* учитывать современные тенденции развития электроники;	*иметь опыт* работы с современным оборудованием для формирования наноструктур с учетом современных тенденций развития электроники.
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* современные тенденции развития электроники; *знает* основы инструментального обеспечения в нанотехнологии; *знает* оборудование для формирования наноструктур.	*умеет использовать* современное оборудование для формирования наноструктур; *умеет выбирать* оборудование для формирования наноструктур; *умеет подготавливать* оборудование для формирования наноструктур; *умеет учитывать* современные тенденции развития электроники при формирования наноструктур.	*иметь опыт* работы с современным оборудованием для формирования наноструктур с учетом современных тенденций развития электроники.

Согласована на портале № 12445

Хорошо (базовый уровень)	*знает* современные тенденции развития электроники; *знает* основы инструментального обеспечения в нанотехнологии; *знает* базовое оборудование для формирования наноструктур.	*умеет использовать* современное оборудование для формирования наноструктур; *умеет выбирать* оборудование для формирования наноструктур; *умеет подготавливать* базовое оборудование для формирования наноструктур.	*иметь опыт* работы базовым оборудованием для формирования наноструктур с учетом современных тенденций развития электроники.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	*знает* современные тенденции развития электроники; *знает* базовое оборудование для формирования наноструктур.	*выбирает* оборудование для формирования наноструктур под руководством руководителя.	*иметь опыт* работы базовым оборудованием для формирования наноструктур с учетом современных тенденций развития электроники под руководством руководителя.

2.2 Компетенция ПК-2

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

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* методы исследования наноструктур; *знает* численные методы при использовании моделей.	*умеет* строить формальные математические модели реальных объектов на основе экспериментального исследования их характеристик; *умеет* определять параметры физических моделей объектов на основе экспериментального исследования их характеристик; *умеет* применять численные методы при использовании моделей.	*владеет* методами использования информационных технологий в моделировании; *иметь опыт* построения математических моделей некоторых конкретных физических объектов.
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.

Согласована на портале № 12445

Таблица 2.5 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	*знает* методы исследования наноструктур; *знает* численные методы при использовании моделей нано- и микросистемной техники; *знает* технологию формирования наноструктур.	*умеет* строить формальные математические модели реальных объектов нано- и микросистемной техники; *умеет* определять параметры физических моделей объектов нано- и микросистемной техники на основе экспериментального исследования их характеристик; *умеет* выбирать численный метод при использовании модели.	*владеет* методами использования информационных технологий в моделировании; *иметь опыт* построения математических моделей объектов нано- и микросистемной техники; классифицирует численные методы при использовании моделей нано- и микросистемной техники.
Хорошо (базовый уровень)	*знает* основные группы численных методов; *знает* технологию формирования наноструктур.	*умеет* определять параметры физических моделей объектов нано- и микросистемной техники на основе экспериментального исследования их характеристик; *умеет* выбирать численный метод при использовании модели.	*владеет* методами использования информационных технологий в моделировании; *иметь опыт* построения математических моделей базовых объектов нано- и микросистемной техники;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	*знает* основные группы численных методов при использовании моделей нано- и микросистемной техники.	*умеет* определять основные параметры физических моделей объектов нано- и микросистемной техники на основе экспериментального исследования их характеристик под руководством руководителя.	*иметь опыт* построения математических моделей базовых объектов нано- и микросистемной техники под руководством руководителя.

2.2 Компетенция ПК-3

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. 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	*знает* правила оформления материалов, научных отчетов, публикаций и презентаций. *знает* основные численные методы, используемые в математическом моделировании.	*умеет* применять методы анализа и обработки экспериментальных данных.	*владеет* системным подходом к анализу результатов научных исследований; *владеет* методами обработки результатов измерения параметров и характеристик микро- и наноструктур.
Виды занятий	Практические занятия; Групповые консультации	Практические занятия; Самостоятельная работа	Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	Опрос на практическом занятии; Индивидуальное творческое	Индивидуальное задание (выполнение, оформление); Конспект самостоятельной	Конспект самостоятельной работы; Зачет

Согласована на портале № 12445

	задание (защита); Зачет	работы	

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)	*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.	*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, научных отчетов, публикаций и презентаций.	*умеет выбирать* оптимальный метод обработки экспериментальных данных, в соответствии с рекомендациями.	*классифицирует* 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. Этапы развития нанотехнологий.
2. Нанотехнологии и наноматериалы в России.
3. Наноразмерные структуры: классификация, формирование и исследование
4. Особенности свойств наноструктур.
5. Инструментальные средства нанотехнологий: основы технологии изготовления наноструктур.
6. Инструментальные средства нанотехнологий: методы исследования наноструктур.

Согласована на портале № 12445

7. Электронная микроскопия.
8. Сканирующая зондовая микроскопия.
9. Рентгеновский анализ.
10. Оптическая микроскопия.

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. Марголин, В.И. Введение в нанотехнологию. [Электронный ресурс] / В.И. Марголин, В.А. Жабрев, Г.Н. Лукьянов, В.А. Тупик. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 464 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/4310

2. Наноэлектроника: учеб. пособие / П.Е. Троян, Ю.В. Сахаров. – Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2010. – 88 с. https://edu.tusur.ru/training/publications/537

4.2 Дополнительная литература

1. Нанотехнологии в электронике: Монография / Н.И. Боргардт и др. ред. Ю.А. Чаплыгин. Московский государственный институт электронной техники. – М.: Техносфера, 2005. – 446 с. **(20)**

2. Зондовые нанотехнологии в электронике / В.К. Неволин. – М.: Техносфера, 2005. – 147 с. **(9)**

3. Основы наноэлектроники: Учебное пособие для вузов / В.П. Драгунов, И.Г. Неизвестный, В.А. Гридчин. – 2-е изд., исп. и доп. – Новосибирск: НГТУ, 2004. – 494 [2] с. **(20)**

4.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

1. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Физика низкоразмерных структур»: к самостоятельной работе / М.М. Симунин. Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский университет «МИЭТ» (М.). – М.: МИЭТ, 2011. – 128 с. **(1)**

2. Зариковская, Н. В. Учебно-методическое пособие «Математическое моделирование» для аудиторных практических занятий, лабораторных работ и самостоятельных работ студентов по направлению 210100 «Электроника и наноэлектроника» и 222900 «Нанотехнологии и микросистемная техника» [Электронный ресурс] / Зариковская Н. В. — Томск: ТУСУР, 2014. — 103 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4607

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 № 12445