

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физики твердого тела**

Авторы-составители: **Пономарев Роман Сергеевич**  
**Волинцев Анатолий Борисович**

Рабочая программа дисциплины

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ  
МИКРО- И НАНОСИСТЕМНОЙ ТЕХНИКИ**

Код УМК 87750

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №1  
от «15» сентября 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016

## **1. Наименование дисциплины**

Автоматизированные системы конструирования элементов микро- и наносистемной техники

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Физический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( К.А.Гаврилов )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Автоматизированные системы конструирования элементов микро- и наносистемной техники** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ПК.3** готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	12
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	36
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	96
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (4)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (4 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>4 триместр</b>	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>96</b>
Часть 1. Формирование геометрии моделируемой микро-и наносистемы	35	0	5	4	26
1. Введение	7	0	0	1	6
2. Иерархия и принципы моделирования микро- и наносистем	11	0	0	1	10
3. Моделирование геометрии системы	17	0	5	2	10
Часть 2. Моделирование физических свойств кристаллических и аморфных материалов	75	0	24	6	45
1. Моделирование механических свойств	25	0	8	2	15
2. Моделирование оптических свойств	25	0	8	2	15
3. Моделирование электрических свойств	25	0	8	2	15
Часть 3. Моделирование поведения системы как целого в изменяющихся внешних условиях	34	0	7	2	25

Наименование тем и разделов	Всего ак. час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
Система как комплекс взаимодействующих элементов	13	0	2	1	10
Методы описания структуры микро- и наносистем	8	0	3	0	5
Связи в системе	13	0	2	1	10

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Часть 1. Формирование геометрии моделируемой микро-и наносистемы**

#### **1. Введение**

Дается историческая справка, основные методы математического моделирования микро- и наносистем, основные понятия и терминология, предмет изучения. Рассматриваются вопросы развития физики микро- и наносистем.

#### **2. Иерархия и принципы моделирования микро- и наносистем**

Рассматриваются принципы моделирования микро- и наносистем как целого и при разбиении на конечные элементы. Рассматривается построение поведенческой модели системы через задание ее геометрии, начальных и граничных условия, характеристик сетки, задания материальных параметров объекта и внешних условий.

#### **3. Моделирование геометрии системы**

Рассматриваются методы компьютерного формирования геометрии системы из простых многогранников, методы объединения многогранников, методы виртуальной экструзии по сложному профилю, методы проверки корректности расположения элементов системы с учетом их допустимых перемещений.

### **Часть 2. Моделирование физических свойств кристаллических и аморфных материалов**

#### **1. Моделирование механических свойств**

Рассматриваются методы задания свойств материалов системы, определяющих ее поведение при механических нагрузках. Особый упор делается на различие свойств кристаллических и аморфных материалов.

#### **2. Моделирование оптических свойств**

Рассматриваются методы задания и моделирования изменений в оптических свойствах системы, включая показатели преломления по всем направлениям, электро- и пьезооптические свойства системы, эффекты первого и второго порядка.

#### **3. Моделирование электрических свойств**

Рассматриваются методы задания и моделирования электрических свойств системы, таких как диэлектрическая проницаемость и проводимость в зависимости от температуры и частоты внешнего подаваемого напряжения.

### **Часть 3. Моделирование поведения системы как целого в изменяющихся внешних условиях**

#### **Система как комплекс взаимодействующих элементов**

Рассматривается система, как комплекс элементов, обладающих определенными свойствами и находящихся во взаимодействии.

#### **Методы описания структуры микро- и наносистем**

Рассматриваются различные методы описания структуры системы.

#### **Связи в системе**

Рассматриваются различные связи между элементами системы, методы описания и формирования связей системы, следствия из имеющихся и создаваемых связей.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Гринев А.Ю. Основы электродинамики с Matlab [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гринев А.Ю., Ильин Е.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2012.— 176 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13009>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Математическое моделирование. Часть 2. Учебное пособие.- Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2009. Математическое моделирование. Часть 2/Беликова Н. А..-2009.-64, ISBN 978-5-9585-0359-9

### Дополнительная:

1. Математическое моделирование: пер. с англ./ред.: Дж. Эндрюс, Р. Мак-Лоун ; пер. Ю. П. Гупало.- Москва: Мир, 1979.-276.-Библиогр. в конце глав
2. Математическое моделирование.-М.:Изд-во МГУ, 1993, ISBN 5-211-03183-0.-330.

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Автоматизированные системы конструирования элементов микро- и наносистемной техники** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Используется бесплатная мультиплатформенная CAD программа для создания 3D моделей, поддерживающая форматы DXF, SVG, STEP, IGES, STL (STereoLithography), OBJ (Wavefront), DAE (Collada), SCAD (OpenSCAD), IV (Inventor) и IFC.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для работы используется компьютерный класс кафедры физики твердого тела.

**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Автоматизированные системы конструирования элементов микро- и наносистемной  
техники**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники</p>	<p>Знать: методы конструирования 2-D и 3-D изделий различной степени сложности Уметь: анализировать физические характеристики различных конструкций микро- и наносистемной техники. Владеть: специализированными программными пакетами в области интегральной оптики и нанотехнологий</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b> Не владеет способами моделирования геометрии системы</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b> Владеет способами моделирования геометрии простой системы и способен задавать свойства материалов</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> Владеет способами моделирования геометрии простой системы, способен задавать свойства материалов, модель соответствует требованиям ГОСТ, учитываются допуски и посадки</p> <p align="center"><b>Отлично</b> Владеет способами моделирования геометрии простой системы, способен задавать свойства материалов, модель соответствует требованиям ГОСТ, учитываются допуски и посадки, модель соответствует отраслевым стандартам, учитывается смежное оборудование</p>

**Оценочные средства**  
схема доставки Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники</p>	<p>3. Моделирование геометрии системы <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Умение строить геометрию проектируемой микро- и наносистемы</p>
<p><b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники</p>	<p>3. Моделирование электрических свойств <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Умение моделировать физические свойства микро- и наносистемы и процессы, сопровождающиеся изменением температуры, электрических и магнитных полей</p>
<p><b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники</p>	<p>Методы описания структуры микро- и наносистем <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Умение моделировать систему как целое, состоящее из частей, соединенных связями</p>

## Спецификация мероприятий текущего контроля

### 3. Моделирование геометрии системы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **35**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет задавать геометрию сложной системы из множества деталей	10
Геометрия системы учитывает отраслевые стандарты и конструкцию смежного оборудования	10
Геометрия системы соответствует требованиям ГОСТ	10
Умеет задавать геометрию простой системы	5

### 3. Моделирование электрических свойств

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет моделировать поведение элементов системы при переменной температуре и давлении	8
Умеет моделировать поведение элементов системы в переменном внешнем электрическом и магнитном поле	8
Умеет моделировать поведение элементов системы в широком диапазоне внешних условий с учетом особенностей используемых материалов	7
Умеет моделировать механическое нагружение элементов системы	7

### Методы описания структуры микро- и наносистем

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **35**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Умение выделять части системы из целого	10
Умение определять связи в системе	10
Умение выделять надсистемы и подсистемы для исследуемой системы	10
Умение прогнозировать развитие системы с учетом законов развития технических систем и положений диалектического материализма	5

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физики твердого тела**

Авторы-составители: **Волынцев Анатолий Борисович**  
**Семенова Оксана Рифовна**

Рабочая программа дисциплины

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАНОТЕХНОЛОГИИ**

Код УМК 87745

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №1  
от «15» сентября 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016

## **1. Наименование дисциплины**

Актуальные проблемы современной нанотехнологии

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в базовую часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Физический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( К.А.Гаврилов )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Актуальные проблемы современной нанотехнологии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ОПК.1** способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	1
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	36
<b>Проведение лекционных занятий</b>	24
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	12
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	72
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (1 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>1 триместр</b>	<b>108</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>72</b>
Актуальные проблемы современной нанотехнологии	108	24	0	12	72
Проблемы человечества и будущее науки. Рождение нанотехнологии.	16	4	0	2	10
Модели мировой динамики и концепция устойчивого (самоподдерживающегося) развития	3	1	0	0	2
Демографический императив. Рост в режиме с обострением. Модель С.П.Капицы. Глобальный демографический переход	3	1	0	0	2
Структура и динамика научных революций	4	1	0	0	3
Наука как главный ресурс в создании нового поколения жизнеобеспечивающих технологий для XXI века	6	1	0	2	3
Принципы, проблемы и методология	16	4	0	2	10



Наименование тем и разделов	Всего ак. час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
математического моделирования					
Понятие модели. Ньютоновская революция в математическом описании природы	8	1	0	2	5
Мягкое и жесткое моделирование	4	1	0	0	3
Смена вех в математическом моделировании. Возможности и ограничения вычислительного эксперимента	4	2	0	0	2
Классическая механика	16	4	0	2	10
Законы сохранения, принципы симметрии – основа математических моделей классической механики	4	1	0	0	3
Интегрирование уравнений движения. Принципиальное значение «главной задачи» в каждой области науки	4	1	0	0	3
От результатов к обобщениям, принципам, математическому аппарату	4	2	0	0	2
«Понимание» и область применимости классической механики	4	0	0	2	2
Квантовая реальность. Парадоксы и возможности	16	4	0	2	10
Новые эксперименты и кризис классической механики	4	2	0	0	2
Уравнение Шредингера для описания движения частицы в потенциальном поле	7	0	0	2	5
Парадоксы, надежды, квантовый компьютер	5	2	0	0	3
Кибернетика и синергетика. Вызов междисциплинарности. Самоорганизация	16	4	0	2	10
Кибернетика.	3	1	0	0	2
Синергетика.	2	1	0	0	1
Синергетика как способ перебросить мост между двумя культурами – естественнонаучной и гуманитарной	5	1	0	0	4
Самоорганизация – путь решения проблем фундаментальной науки и современных технологий	6	1	0	2	3
Точка сборки SCBIN (Socio-Cognito-Bio-Info-Nano).	28	4	0	2	22

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Актуальные проблемы современной нанотехнологии**

#### **Проблемы человечества и будущее науки. Рождение нанотехнологии.**

С чего все началось? Смена вех и парадигмы развития. Платформа SocioCognoBioInfoNano.

#### **Модели мировой динамики и концепция устойчивого (самоподдерживающегося) развития**

Модель Дж.Форрестера, построенная в 1971, показавшая кризис середины XXI века при сохранении тенденций XX столетия. Стратегия стабилизации и Великого Отказа, выдвинутая группой профессора В.А.Егорова. XXI век – время самой большой бифуркации в истории человечества.

#### **Демографический императив. Рост в режиме с обострением. Модель С.П.Капицы.**

##### **Глобальный демографический переход**

Классическая модель Мальтуса. Модель С.П.Капицы. Глобальный демографический переход – резкое (в течение одного поколения) изменение закона роста народонаселения – главное содержание переживаемой эпохи.

#### **Структура и динамика научных революций**

Представления классического науковедения и теория научных революций Томаса Куна: Понятия нормальной науки, научных революций, парадигмы. Циклы развития науки по теории Т. Куна. Типы научной рациональности.

#### **Наука как главный ресурс в создании нового поколения жизнеобеспечивающих технологий для XXI века**

Методология научного познания. Наблюдение, эксперимент, теория. Фундаментальная и прикладная наука. Цикл воспроизводства инноваций.

Технологии XX и XXI века.

Сверхзадачи науки XX века – Проблема «щита и меча»; создание товаров и услуг; построение научной картины мира.

Сверхзадачи науки XXI века – теория управления рисками; математическая история; нейронаука. Экономика знаний.

### **Принципы, проблемы и методология математического моделирования**

#### **Понятие модели. Ньютоновская революция в математическом описании природы**

Понятие фазового пространства. Описание движения с помощью дифференциальных уравнений. Единственное открытие, которое Ньютон счел необходимым зашифровать: «Полезно изучать дифференциальные уравнения».

Модель как реальная или идеальная система, отражающая или некоторым образом замещающая исследуемый объект таким образом, что исследование модели позволяет получать новое знание об объекте или информацию о последнем, либо предсказывать его свойства или поведение, либо облегчать управление им или его использование.

#### **Мягкое и жесткое моделирование**

Особенности моделирования в экономике, социологии, психологии, истории. Концепция иерархии упрощённых математических моделей. Проблема согласованности моделей. Кризис проектов, направленных на то, чтобы «учесть всё». Базовые математические модели. Имитационное моделирование.

Математика как наука не только о числах и фигурах, но и о качествах. Глубокий смысл «вечных», «неразрешимых» задач для развития науки. Проблема морфогенеза. Подходы Дж.Неймана (теория самовоспроизводящихся автоматов), Алана Тьюринга (системы реакция-диффузия), Рене Тома (теория катастроф). Наноассемблеры и «серая слизь» – реальные возможности или мифы нанотехнологий?

### **Смена вех в математическом моделировании. Возможности и ограничения вычислительного эксперимента**

Проблемы исследования математических моделей. Лапласовский детерминизм. Классическая механика. Асимптотический анализ и статистический подход как важнейшие инструменты исследования моделей. Асимптотология.

Для чего нужны компьютеры? Триада «модель–алгоритм–программа». Аппроксимация, устойчивость, сходимости, их связь. Принципиальные различия дискретного и непрерывного миров. Закон Мура. Ограничения вычислительного эксперимента и «суперкомпьютерный тупик». Принципиальные проблемы вычислительной математики. Альтернативные подходы. Клеточные автоматы.

### **Классическая механика**

#### **Законы сохранения, принципы симметрии – основа математических моделей классической механики**

Эксперимент мысленный и натурный. Бросал ли Галилей шары с Пизанской башни? Опыты Леонардо да Винчи. Поиск подходящих объектов и базовых математических моделей. Механика Ньютона и механика Аристотеля.

Законы Кеплера как следствия законов сохранения импульса и симметрии уравнений.

#### **Интегрирование уравнений движения. Принципиальное значение «главной задачи» в каждой области науки**

Движение в центральном поле. Кеплерова задача.. Решение, лежащее в основе ньютоновской научной революции и небесной механики

#### **От результатов к обобщениям, принципам, математическому аппарату**

Принцип наименьшего. От глобального к локальному – уравнения Лагранжа – Эйлера. Лагранжева и гамильтонова формулировки классической механики.

#### **«Понимание» и область применимости классической механики**

Причины «очевидности» многих задач классической механики: теория непосредственно относится к макроскопическим, привычным для нас масштабам; конечномерность фазового пространства; возможность описывать широкий класс явлений в рамках узкого класса моделей (уравнения и системы дифференциальных уравнений второго или первого порядка); наличие «очевидных» симметрий (в частности связанных с законами сохранения энергии, импульса, момента импульса); большое количество асимптотических методов и приемов, упрощающих исследование моделей; 300-летний опыт решения подобных задач и обучения механике в средней и высшей школе.

### **Квантовая реальность. Парадоксы и возможности**

#### **Новые эксперименты и кризис классической механики**

Открытие химических элементов. Задача об излучении абсолютно черного тела заставила Планка предположить, что энергия излучается квантами . Постулаты Бора.

Два классических эксперимента: дискретный характер спектров излучения и поглощения атомов.

Дифракция на двух щелях.

Оптическая аналогия. Области применимости геометрической и волновой оптики.

Следующая из этой аналогии идея построения квантовой механики.

Плоская волна как волновая функция электрона в свободном пространстве.

Принципиальная невозможность детерминированно (как в классической механике) предсказать результат измерения; возможны лишь вероятностные предсказания.

### **Уравнение Шредингера для описания движения частицы в потенциальном поле**

Пример : Движение в прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Можно ли пройти сквозь стену? Удивительное решение, описывающее радиоактивность, туннельный эффект, основа для туннельного микроскопа, способ увидеть атомы! Соотношение неопределенностей.

### **Парадоксы, надежды, квантовый компьютер**

Редукция волнового пакета – ключевое явление. Именно оно позволяет наблюдать состояние квантового микрообъекта (эволюционирующего в соответствии с уравнением Шредингера) на макроуровне. Кошка Шредингера.. Интерпретации квантовой механики Шредингера, Уиллера, Вигнера, Эверетта. Дискуссия Бора и Эйнштейна. Откуда частица «знает», что у неё будут измерять. Парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена.

Квантовые компьютеры. Квантовый бит. Квантовый параллелизм. Обратимость вычислений. Отличие от машины Тьюринга.

## **Кибернетика и синергетика. Вызов междисциплинарности. Самоорганизация**

### **Кибернетика.**

Кибернетика – общая теория управления, связи и информации в обществе, в живом, в организациях, в технических системах. В основе – глубокая аналогия в структуре и используемых алгоритмах в разных системах управления (нервная система, система наведения ракет, управление развитием экономики), общие концептуальные и математические модели, возможность говорить о множестве сущностей, изучаемых разными науками, на одном языке.

### **Синергетика.**

Синергетика (по Хакену) – теория самоорганизации, рассматривающая вопрос о возникновении новых качеств, свойств или стратегий у сложных систем, элементы которых подобными характеристиками не обладают (наука о возникновении новых качеств у целого, части которых их не имеют), и в то же время междисциплинарный подход, развитие которого требует творческого взаимодействия представителей естественнонаучных дисциплин, гуманитариев, математиков (и сейчас можно добавить инженеров, технологов, управленцев).

Синергетика (по Д.С.Чернавскому) – общая теория неустойчивостей в открытых, нелинейных, далёких от равновесия системах различной природы.

Синергетика (по С.П.Курдюмову) – язык базовых нелинейных математических моделей, на котором могут формулировать свои проблемы, обсуждать общие понятия и идеи, приоритеты и пути развития науки естественники, гуманитарии и математики.

## **Синергетика как способ перебросить мост между двумя культурами – естественнонаучной и гуманитарной**

Английский писатель и физик Чарльз Сноу выделил две составляющие единой мировой культуры – естественнонаучную и гуманитарную. Первая опирается на наблюдение, эксперимент и

формализованные теории, отвечает на вопрос «как?» и устремлена в будущее. Вторая апеллирует к авторитету, традиции, обращена в прошлое и должна отвечать на вопрос «что?». Эти две культуры, два образа мысли начали стремительно расходиться уже в XIX веке, однако в XX веке «пропасть между двумя культурами» уже начала представлять опасность для науки как социального института, а затем и для всего развития человечества.

Синергетика – шанс, чтобы построить мост над пропастью двух культур, начать новый виток развития в постижении и творении реальности. Это возможность обретения целостности картины мира, перехода от анализа мира к синтезу.

### **Самоорганизация – путь решения проблем фундаментальной науки и современных технологий**

Самоорганизация – то, что позволяет надеяться, что в нанотехнологиях удастся пройти путь не только «сверху вниз» (как предлагается в классической лекции Р. Фейнмана 1959 г., положившей начало развитию нанотехнологий «Внизу полным-полно места» – «There is plenty of room at the bottom. In Minutuarization»), но и «снизу вверх», не укладывая в структуры атом за атомом, а создавая условия, при которых наноструктуры сами возникают в результате самоорганизации.

Открытие фуллерена C<sub>60</sub>. От теоремы Эйлера и ячеистых куполов Бакминстера Фуллера, призыва Д.Джоунса «искать полые молекулы» до Нобелевской премии по химии Гарольда Крото, Роберта Керла, Ричарда Смолли и удивительных химических свойств фуллерена. Графен – материал будущего. Нобелевская премия Андрея Гейма и Константина Новоселова. Будущее нанотехнологий определяется пониманием и использованием явления самоорганизации на наноуровне, с помощью которых могут быть получены интересные наноструктуры.

### **Точка сборки SCBIN (Socio-Cognito-Bio-Info-Nano).**

Циклы технологического развития. Технологические уклады.

Современные проблемы нанотехнологий в России

Нанотехнологии – путь к расширению человека

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Фостер Линн Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности [Электронный ресурс]: монография/ Фостер Линн— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2008.— 352 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13282>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Игнатов А.Н. Нанозлектроника. Состояние и перспективы развития [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Игнатов А.Н.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2011.— 410 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55451>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Неволин В. К. Квантовая физика и нанотехнологии/Неволин В. К..-Москва:Техносфера,2013, ISBN 978-5-94836-361-5.-128.
4. Малинецкий Г. Г. Математические основы синергетики: Хаос, структуры, вычислительный эксперимент/Г. Г. Малинецкий.-М.:Изд-во ЛКИ,2007, ISBN 978-5-382-00079-4.-312.

### Дополнительная:

1. Нанотехнологии. Наноматериалы. Наносистемная техника: мировые достижения - 2008 год:сборник/под ред. П. П. Мальцева.-Москва:Техносфера,2008, ISBN 978-5-94836-180-2.-430.- Библиогр.: с. 429-430 (11 назв.)
2. Алферов Ж. И. Избранные труды. Нанотехнологии/Ж. И. Алферов.-Москва:Магистр-пресс,2013, ISBN 978-5-89317-229-4.-268.-Библиогр. в конце ст.
3. Капица Сергей Петрович,Курдюмов Сергей Павлович,Малинецкий Георгий Геннадьевич Синергетика и прогнозы будущего/Сергей Петрович Капица, Сергей Павлович Курдюмов, Георгий Геннадьевич Малинецкий.-М.:Эдиториал УРСС,2001, ISBN 5-8360-0198-7.-288.
4. Хартманн У. Очарование нанотехнологии/У. Хартманн ; пер. с нем. Т. Н. Захаровой ; под ред. Л. Н. Патрикеева.-Москва:БИНОМ. Лаборатория знаний,2010, ISBN 978-5-9963-0286-4.-173.-Библиогр.: с. 150-156 и в тексте
5. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии/А. И. Гусев.-М.:ФИЗМАТЛИТ,2005, ISBN 5-9221-0582-5.-416.-Библиогр. в конце глав
6. Олемской А. И. Синергетика сложных систем: феноменология и статистическая теория/А. И. Олемской ; авт. предисл. Г. Г. Малинецкий.-Москва:КРАСАНД,2009, ISBN 978-5-396-00020-9.-379.- Библиогр.: с. 372-379

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Актуальные проблемы современной нанотехнологии** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

программных пакетов для проведения расчетов и оформления презентаций к докладам - Microsoft Office (Excel, Word, Power Point, Acrobat Reader), Internet Explorer, или других аналогичных. Материал лекционного курса сопровождается пакетом презентаций, иллюстрирующий разбираемый материал.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Организационные мероприятия проводятся в аудитории общей площадью не менее 40 кв.м., оснащенной проектором, ПК, имеющими доступ к проводному Интернету либо через канал беспроводной связи посредством Wi-Fi.



**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Актуальные проблемы современной нанотехнологии**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.1</b> способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения</p>	<p>Знать: ключевые задачи науки XXI века, решение которых может привести к технологическим прорывам; междисциплинарные подходы, лежащие в основе современной и, вероятно, будущей картины мира; ключевые проблемы, которые предстоит решать миру и новой России в рамках NBIC-инициативы; Уметь: приобретать новые знания в предметной области, анализировать и систематизировать материал в области междисциплинарных исследований в применении к изучению и проектированию нанотехнологических систем; проводить самостоятельную научную работу, получать новые результаты в теоретическом анализе процессов самоорганизации в нанотехнологических системах; разрабатывать концептуальные и теоретические модели процессов нелинейной динамики и теории самоорганизации в нанотехнологических системах; решать задачи в области нанотехнологии, опираясь на концептуальные и математические модели теории самоорганизации и нелинейной динамики, а также анализировать исследовательские проекты в</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Фрагментарные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированные систематические знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных.</p>

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
	этой области; Владеть: системным анализом в области междисциплинарных исследований и NBIC-технологий.	

**Оценочные средства**  
схема доставки Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1</b> способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	«Понимание» и область применимости классической механики <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знание: - законов классической механики; - этапов построения математических моделей; Умение: - получать глубокие и не очевидные следствия решений задач классической механики; - использовать теоретические знания в постановке и решении задач математической физики; - приобретать новые знания в предметной области, анализировать и систематизировать материал; - проводить самостоятельную научную работу, получать новые теоретические результаты; Владение: - основными методами интегрального исчисления и решения дифференциальных уравнений;

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОПК.1</b> способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	Самоорганизация – путь решения проблем фундаментальной науки и современных технологий <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Способность проводить самостоятельную научную работу, получать новые результаты в теоретическом анализе процессов самоорганизации в нанотехнологических системах. Умение разрабатывать концептуальные и теоретические модели процессов нелинейной динамики и теории самоорганизации в нанотехнологических системах .
<b>ОПК.1</b> способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	Точка сборки SCBIN (Socio-Cognito-Bio-Info-Nano). <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знание ключевых задач науки XXI века, решение которых может привести к технологическим прорывам. Знание ключевых проблем, которые предстоит решать миру и новой России в рамках NBIC- инициативы. Способность проводить системный анализ и готовить аналитические обзоры в области междисциплинарных исследований и NBIC-технологий .

**Спецификация мероприятий текущего контроля  
«Понимание» и область применимости классической механики**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Представлена формулировка законов классической механики, их формульное содержание и смысл, приведены практические следствия. Дана схема этапов построения математических моделей. Есть пример.	10
Продемонстрировано владение основными методами интегрального исчисления. Приведено решение предложенного дифференциального уравнения.	10
Приведено решение классической задачи механики или математической физики, сделаны выводы и следствия.	10

**Самоорганизация – путь решения проблем фундаментальной науки и современных технологий**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**  
 Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Дано описание теоретических моделей процессов нелинейной динамики и теорий самоорганизации. Приведены примеры в нанотехнологических системах. Продемонстрирована междисциплинарная связь теории самоорганизации и нанонауки.	15
Даны понятия теории самоорганизующихся систем, раскрыто их смысловое содержание. Приведены примеры самоорганизации в нанотехнологических системах.	15

**Точка сборки SCBIN (Socio-Cognito-Bio-Info-Nano).**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**  
 Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Представлен аналитический обзор в области междисциплинарных исследований и NBIC-технологий. Приведены примеры из физики, биологии, информатики, гуманитарных наук.	20
Сформулированы ключевые задачи науки XXI века. Обоснована цель их решения. Приведены примеры технологических прорывов, изменяющих показатели мировой динамики.	10
Сформулированы ключевые проблемы, которые предстоит решать миру и новой России в рамках NBIC- инициативы. Дано понятие NBIC- и SCBIN- инициативы.	10

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра английского языка профессиональной коммуникации**

Авторы-составители: **Бабаджан Сергей Савельевич  
Корлякова Алла Фирсовна**

Рабочая программа дисциплины  
**ДЕЛОВАЯ КОММУНИКАЦИЯ (АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК)**  
Код УМК 80873

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №2  
от «20» октября 2015 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2015

## **1. Наименование дисциплины**

Деловая коммуникация (английский язык)

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Факультет современных иностранных языков и литератур

Декан \_\_\_\_\_ ( Б.М.Проскурнин )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Деловая коммуникация (английский язык)** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ОК.3** готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности



#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	3
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение лекционных занятий</b>	0
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	0
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	48
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	96
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (5) Письменное контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (3 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>3 триместр</b>	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>96</b>
Деловая коммуникация (английский язык). Первый семестр	144	0	48	0	96
Раздел 1	36	0	12	0	24
Раздел 2	36	0	12	0	24
Раздел 3	36	0	12	0	24
Раздел 4	36	0	12	0	24

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Деловая коммуникация (английский язык). Первый семестр**

Целью 1 триместра является совершенствование навыков чтения, говорения, аудирования и письма в сфере деловой и профессиональной коммуникации, при этом акцент делается на активное закрепление навыков устной речи по темам, связанным с научно-исследовательской работой магистров. В разделе "письмо" формируется и совершенствуется умение писать обзор научной статьи.

#### **Раздел 1**

Грамматика: условные предложения.

Лексика: терминология по специальности. Лексические средства связи в тексте.

Чтение: основные виды чтения (ознакомительное, поисковое, просмотровое, изучающее) при работе с текстами по специальности.

Говорение: монологическое высказывание по теме, связанной со специальностью (3 минуты говорения по предложенному плану). Беседа по изучаемой теме.

Письмо: информационное письмо-приглашение на конференцию.

Самостоятельная работа: чтение литературы по специальности.

#### **Раздел 2**

Грамматика: обзор форм страдательного залога в разных группах времен.

Лексика: терминология по специальности. Синонимия и антонимия.

Чтение: основные виды чтения (ознакомительное, поисковое, просмотровое, изучающее) при работе с текстами по специальности.

Говорение: монологическое высказывание по теме, связанной со специальностью (3 минуты говорения по предложенному плану). Беседа по изучаемой теме.

Письмо: ответ на приглашение на конференцию (согласие, отказ).

Самостоятельная работа: чтение литературы по специальности.

#### **Раздел 3**

Грамматика: обзор степеней сравнения прилагательных и наречий.

Лексика: терминология по специальности.

Чтение: основные виды чтения (ознакомительное, поисковое, просмотровое, изучающее) при работе с текстами по специальности.

Говорение: собеседование при приеме на работу.

Письмо: резюме для приема на работу.

Самостоятельная работа: чтение литературы по специальности.

#### **Раздел 4**

Грамматика: обзор неличных форм глагола.

Лексика: терминология по специальности.

Чтение: основные виды чтения (ознакомительное, поисковое, просмотровое, изучающее) при работе с текстами по специальности.

Говорение: презентация по теме, связанной со своей специализацией.

Письмо: заполнение анкет и опросных листов.

Самостоятельная работа: чтение литературы по специальности.



## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. <The >business. Intermediate:teacher's book/A. Meehan, F. Watkins, P. Emmerson.-Oxford:Macmillan,2008, ISBN 978-1-4050-8186-3.-143.
2. <The >business. Intermediate:student's book/J. Allison, P. Emmerson.-Oxford:Macmillan,2008, ISBN 978-1-4050-8369-0.-159.
3. Меркулова Н. В. Business Communication and Correspondence. Деловая коммуникация и коммерческая корреспонденция:Учебное пособие/Меркулова Н. В..-Воронеж:Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ,2013, ISBN 978-5-89040-471-8.-101.

### Дополнительная:

1. Cambridge Business English Certificate higher:practice tests from the university of Cambridge Local Examinations Syndicate, ISBN 0-521-75290-6.-1.

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )

## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

**English Voyage** <http://englishvoyage.com> Совершенствование грамматики

**Native English** <http://www.native-english.ru/tests> Тренировка грамматических навыков

**TED** <http://ed.ted.com> – лекции и задания Дополнительные материалы

<https://www.merlot.org/merlot/English.htm> Аналитическое чтение

**Профессиональные аутентичные лекции** <http://www.world-lecture-project.org> Профессиональные аутентичные лекции

<http://www.ello.org/english/site-map.htm> Аудирование на профессиональную тематику

**Native English** <http://www.native-english.ru/tests> Native English

**English Voyage** <http://englishvoyage.com> Совершенствование грамматики

**Native English** <http://www.native-english.ru/tests> Аналитическое чтение

**Native English** <http://www.native-english.ru/tests> Native English <http://www.native-english.ru/tests>

**Native English** <http://www.native-english.ru/tests> Native English

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Деловая коммуникация (английский язык)** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: Визуализация учебного материала с применением мультимедийных средств (видео презентации, учебные подкасты BBC и др., Power Point презентации); интеграция Wiki и облачных технологий для совместной работы по написанию статей и созданию глоссариев и базы терминов; создание интерактивных заданий в формате HTML с применением инструментальной программа-оболочки Hot Potatoes; реализация технологии e-learning для обеспечения контролируемой внеаудиторной работы студентов.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Практические занятия проводятся в мультимедийных классах, оборудованных 10-19 компьютерами студентов, 1 компьютером преподавателя, а также системой Sanako Lab 250, позволяющей создавать локальную компьютерную сеть со взаимным доступом к мультимедиа-ресурсам. В компьютерном классе имеется доступ к сети Интернет. Работа может проводиться также в аудиториях, оснащенных мультимедийным проектором, подключенным к портативному компьютеру преподавателя. Возможности мультимедийных классов позволяют проводить текущую работу и взаимопроверку с использованием сети компьютеров, использовать аудио- и видеоматериалы, делать презентации учебных материалов, использовать справочные материалы и многое другое. Текущий и итоговый контроль приобретенных знаний проводится с применением заданий тестового характера с использованием электронных контрольных работ, созданных с помощью комплексов Hot Potatoes, Netquiz и других. На занятиях используются современные персональные компьютеры на процессорах Intel с соединением типа WAN или LAN; портативные компьютеры с разъемом VGA; лицензионное ПО: Windows 7, Microsoft Office/LibreOffice/Open Office или подобные, ABBYY Lingvo 11;

CD/MP3-магнитолы USB портом;  
мультимедийные стационарные или портативные проекторы.

**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Деловая коммуникация (английский язык)**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ОК.3</b> готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности</p>	<p>Знать основные фонетические, лексические грамматические и стилистические особенности английского языка. Уметь использовать иностранный язык как средство общения в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности. Владеть навыками профессиональной коммуникации на иностранном языке в указанных сферах.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не знает основ дисциплины, необходимых при формировании компетенции. Суммарный балл БРС менее 44.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Имеет слабое представление об основных фонетических, лексических, грамматических и стилистических особенностях английского языка. Испытывает существенные затруднения в общении на иностранном языке в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности. Навыки профессиональной коммуникации на иностранном языке в указанных сферах сформированы слабо. Недостаточно готов к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности . Суммарный балл БРС 44-60.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Имеет общее представление об основных фонетических, лексических, грамматических и стилистических особенностях английского языка. Не испытывает существенных затруднений в общении на иностранном языке в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности. Навыки профессиональной коммуникации на иностранном языке в указанных сферах сформированы хорошо. В целом готов к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности. Суммарный балл БРС 61-80.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Отлично знает основные фонетические, лексические грамматические и стилистические особенности английского языка. Свободно пользуется иностранным</p>



Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>языком как средством общения в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности. Навыки профессиональной коммуникации на иностранном языке в указанных сферах сформированы отлично.. Готов к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности. Суммарный балл БРС 81-100.</p>

**Оценочные средства**  
схема доставки Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОК.3</b> готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	Раздел 1 <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Условные предложения. Лексические средства связи в тексте.
<b>ОК.3</b> готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	Раздел 2 <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Использование форм страдательного залога в разных временах. Синонимия и антонимия. Написание письма-ответа на приглашение на конференцию (согласие, отказ)
<b>ОК.3</b> готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	Раздел 3 <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Образование степеней сравнения прилагательных и наречий.  Умение использовать основные виды чтения (ознакомительное, поисковое, просмотровое. изучающее) при работе с текстами по специальности.  резюме для приема на работу.
<b>ОК.3</b> готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	Раздел 4 <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Неличные формы глагола. Знание терминологии по специальности в объеме изученных тем. Заполнение опросных листов и анкет.

## Спецификация мероприятий текущего контроля

### Раздел 1

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Умение написать информационное письмо-приглашение на конференцию.	10
Условные предложения.	10
Лексические средства связи в тексте.	5

### Раздел 2

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Использование форм страдательного залога в разных временах.	10
Написание письма-ответа на приглашение на конференцию (согласие, отказ)	10
Синонимия и антонимия.	5

### Раздел 3

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Образование степеней сравнения прилагательных и наречий.	10
Умение использовать основные виды чтения (ознакомительное, поисковое, просмотровое. изучающее) при работе с текстами по специальности.	10
Написание резюме для приема на работу.	5

### Раздел 4

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **11**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание терминологии по специальности в объеме изученных тем.	10
Неличные формы глагола.	10
Заполнение опросных листов и анкет.	5

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра органической химии**

Авторы-составители: **Павлов Петр Тимофеевич**

Рабочая программа дисциплины

**ИК-СПЕКТРОСКОПИЯ И СПЕКТРОСКОПИЯ КОМБИНАЦИОННОГО  
РАССЕЯНИЯ**

Код УМК 85288

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №5  
от «16» июня 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016

## 1. Наименование дисциплины

ИК-спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Химический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( И.В.Машевская )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **ИК-спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ПК.1** готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	2
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	36
<b>Проведение лекционных занятий</b>	12
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	0
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	72
<b>Формы текущего контроля</b>	Итоговое контрольное мероприятие (2) Письменное контрольное мероприятие (4)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (2 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>2 триместр</b>	<b>108</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>72</b>
Тема 1. Уравнение Планка, частота, длина волны, энергия электромагнитного излучения. Спектры испускания и спектры поглощения.	5.5	.5	1	0	4
Тема 2. Соотношения между энергетическими и волновыми параметрами излучения.	5.5	.5	1	0	4
Тема 3. Общие изменения в ядрах, атомах, молекулах и кристаллах под воздействием излучений разной частоты (длины волны).	7	1	2	0	4
Тема 4. Теоретические основы ИК-спектроскопии. Частота колебания двухатомной молекулы: силовая и массовая составляющие частоты. Характеристическая частота.	11	1	2	0	8



Наименование тем и разделов	Всего ак. час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
Тема 5. Валентные и деформационные колебания. Факторы, влияющие на их частоту.	11	1	2	0	8
Тема 6. ИК-спектры отдельных классов химических соединений, области характеристических частот.	28	4	4	0	20
Тема 7. Возможности и ограничения метода ИК-спектроскопии, задачи, решаемые с его помощью.	30	2	8	0	20
Тема 8. Схема возникновения спектров КР. Типы колебаний, активные в КР-спектрах. Взаимодополняемость ИК- и КР-спектроскопии.	10	2	4	0	4

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Тема 1. Уравнение Планка, частота, длина волны, энергия электромагнитного излучения. Спектры испускания и спектры поглощения.**

Излагаются ранние методы установления строения химических соединений и перечисляются основные современные физико-химические методы исследования (всего их более 50). Приводится уравнение Планка, названия входящих в него параметров. Спектры испускания и спектры поглощения.

### **Тема 2. Соотношения между энергетическими и волновыми параметрами излучения.**

Приводятся математические выражения для расчета параметров излучения, выраженных в различных единицах измерения.

### **Тема 3. Общие изменения в ядрах, атомах, молекулах и кристаллах под воздействием излучений разной частоты (длины волны).**

Приводится общая шкала электромагнитных колебаний с соответствующими названиями, указываются изменения в атомах и молекулах, вызываемых данного вида излучением. Приводится рекомендуемая литература для изучения дисциплины.

### **Тема 4. Теоретические основы ИК-спектроскопии. Частота колебания двухатомной молекулы: силовая и массовая составляющие частоты. Характеристическая частота.**

Приводится пример колебания двухатомной молекулы на модели пружинного маятника, показываются массовая и силовая составляющие частоты. Дается определение характеристических частот и показывается графический и общий вид ИК-спектра. Приводится классификация интенсивности полос поглощения (сильных, средних, слабых) и их ширины.

### **Тема 5. Валентные и деформационные колебания. Факторы, влияющие на их частоту.**

Приводится определение валентных и деформационных колебаний (плоскостных и внеплоскостных) и их обозначение, а также их симметричность и антисимметричность. Дается зависимость частоты колебания от природы растворителя, агрегатного состояния вещества, диполь-дипольных взаимодействий и образования водородной связи, электронных влияний. Описываются способы снятия спектров.

### **Тема 6. ИК-спектры отдельных классов химических соединений, области характеристических частот.**

Приводится общий обзор зависимости положения характеристических частот от массы атомов и числа кратных связей, от природы различных функциональных групп и классов органических и неорганических соединений.

### **Тема 7. Возможности и ограничения метода ИК-спектроскопии, задачи, решаемые с его помощью.**

Дается описание возможностей метода и его ограничений.

### **Тема 8. Схема возникновения спектров КР. Типы колебаний, активные в КР-спектрах. Взаимодополняемость ИК- и КР-спектроскопии.**

Схема возникновения спектров КР. Дается диаграмма рэлеевского и комбинационного рассеяния света. Указывается тип колебаний, активных в данного вида спектрах. Подчеркивается взаимодополняемость ИК- и КР-спектроскопии.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Дормидонтов Ю. П. Методы УФ, ИК и ЯМР спектроскопии и их применение в органической химии: учебное пособие по спецкурсу/Ю. П. Дормидонтов.-Пермь:Пермский государственный университет,2008, ISBN 978-5-7944-1156-0.-154.

### Дополнительная:

1. Казицына Л.А.,Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК, ЯМР- и масс-спектроскопии в органической химии: учеб. пособие для хим. спец. ун-тов/Л. А. Казицына, Н. Б. Куплетская.-М.:Изд-во МГУ,1979.-238.

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **ИК-спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Доступных информационных технологий при освоении данной дисциплины не используется.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

1. Учебная аудитория с мультимедийной установкой.
2. Приборы для снятия ИК- спектров (например, Perkin Elmer Spectrum Two), КР-спектров (например, i-Raman)
3. Образцы спектров.

**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
ИК-спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<p>Знать основные возможности и границы приложения методов ИК- и КР-спектроскопии; владеть терминологией описания спектров; уметь решать несложные типовые задания по применению методов ИК и СКР.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Отсутствие даже самых общих представлений о принципах поиска областей полос поглощения отдельных классов химических соединений. Практически не владеет теоретическими основами ИК-спектроскопии и терминологией дисциплины. Не может отличить внешний вид спектров. Решает тестовое задание менее, чем на 13 баллов.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания основ принципов поиска областей полос поглощения отдельных классов химических соединений. Частично сформировано знание основных понятий и терминологии дисциплины, различает внешний вид ИК-спектров. Решает тестовое задание не менее, чем на 13 баллов.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основ принципов поиска областей полос поглощения отдельных классов химических соединений. Достаточно уверенно владеет терминологией дисциплины и знанием её теоретических основ. Уверенно различает внешний вид спектров. Решает тестовое задание не менее, чем на 19 баллов.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Практически полностью сформированы знания принципов поиска областей полос поглощения отдельных классов химических соединений. свободно владеет основными понятиями и терминологией дисциплины, не задумываясь различает внешний вид ИК-спектров. Решает тестовое задание не менее,</p>

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<b>Отлично</b> чем на 25 баллов.

**Оценочные средства**  
схема доставки Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<p>Тема 6. ИК-спектры отдельных классов химических соединений, области характеристических частот. <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание теоретических основ ИК-спектроскопии: интервала волновых чисел, типов полос поглощения, интенсивности полос, количества колебательных степеней свободы в молекулах, влияния растворителей, соседних диполей, конформации, внутри- и межмолекулярных водородных связей на положение полос поглощения; знание общих принципов нахождения полос поглощения в спектрах различного типа соединений.</p>
<p><b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<p>Тема 7. Возможности и ограничения метода ИК-спектроскопии, задачи, решаемые с его помощью. <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание основных возможностей метода ИК-спектроскопии: идентификация функциональных групп, установление и подтверждение структурных формул, различение изомерных соединений, изучение внутри- и межмолекулярной водородной связи, контроль за ходом химических превращений.</p>



Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Тема 8. Схема возникновения спектров КР. Типы колебаний, активные в КР-спектрах. Взаимодополняемость ИК- и КР-спектроскопии. <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знание теоретических основ КР-спектроскопии: рэлеевское и комбинационное рассеяние электромагнитного излучения, влияние поляризуемости молекул на интенсивность рассеяния, вид колебаний, активных в КР-спектре, взаимодополняемость ИК- и КР-спектроскопии; умение решать более сложные структурные задачи.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Тема 6. ИК-спектры отдельных классов химических соединений, области характеристических частот.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Правильность решения одного тестового вопроса. При неполном решении возможно снятие 1-2 баллов.	3

#### Тема 7. Возможности и ограничения метода ИК-спектроскопии, задачи, решаемые с его помощью.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Решение структурных заданий. За неправильное отнесение 1 полосы поглощения или неверный шаг в идентификации последовательных формул в цепочке соединений снимается 1 балл	6

#### Тема 8. Схема возникновения спектров КР. Типы колебаний, активные в КР-спектрах. Взаимодополняемость ИК- и КР-спектроскопии.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Правильность решения одной структурной задачи из 5 оценивается в 4 балла. За каждую правильную структурную формулу из 5 прибавляется 1 балл. За неправильное отнесение	5

полосы снимается 1 балл.	
Правильность решения одного тестового задания из 5 оценивается в 3 балла. За неполное решение может быть снято 1-2 балла.	3

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра английского языка профессиональной коммуникации**

Авторы-составители: **Манжула Оксана Владимировна**

Рабочая программа дисциплины

**ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ СФЕРЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
(АНГЛИЙСКИЙ)**

Код УМК 63975

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №3  
от «24» ноября 2015 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2015

## **1. Наименование дисциплины**

Иностранный язык в профессиональной сфере деятельности (английский)

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Факультет современных иностранных языков и литератур

Декан \_\_\_\_\_ ( Б.М.Проскурнин )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Иностранный язык в профессиональной сфере деятельности (английский)** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ОК.1** способность использовать иностранный язык в профессиональной сфере

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	2
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	48
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	96
<b>Формы текущего контроля</b>	Письменное контрольное мероприятие (6)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (2 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>2 триместр</b>	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>96</b>
Иностранный язык в профессиональной сфере деятельности.Первый семестр	48	0	48	0	0
Раздел 1	36	0	12	0	24
Раздел 2	36	0	12	0	24
Раздел 3	36	0	12	0	24
Раздел 4	36	0	12	0	24

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Иностранный язык в профессиональной сфере деятельности. Первый семестр**

Курс обеспечивает подготовку студентов в сфере профессиональной коммуникации

#### **Раздел 1**

Грамматика: модальные глаголы и их эквиваленты.

Лексика: терминология по специальности. Интернациональная лексика. Основные способы словообразования в английском языке.

Чтение: основные виды чтения (ознакомительное, поисковое, просмотровое, изучающее) на примере текстов по специальности.

Говорение: монологическое высказывание по теме, связанной со специальностью (3 минуты говорения по предложенному плану). Беседа по изучаемой теме.

Письмо: сравнение стилей личного и официально-делового письма.

#### **Раздел 2**

Грамматика: неличные формы глагола. Герундий.

лексика: Терминология по изучаемой теме. Сочетаемость слов. Устойчивые терминологические словосочетания.

Чтение: различные виды чтения на примере текстов по специальности .

Говорение: Монологическое высказывание по изучаемой теме (3 минуты говорения по предложенному плану). Беседа по теме.

Письмо: структура делового письма.

#### **Раздел 3**

Грамматика: неличные формы глагола. Причастие 1.

Лексика: терминология по специальности. Однокоренные слова ( word families).

Чтение: основные виды чтения (ознакомительное, поисковое, просмотровое, изучающее) на примере текстов по специальности.

Говорение: монологическое высказывание по теме, связанной со специальностью (3 минуты говорения по предложенному плану). Беседа по изучаемой теме.

Письмо: особенности электронной корреспонденции. И-мейл коллеге.

#### **Раздел 4**

Грамматика: причастие 2 и причастные обороты.

Лексика: терминология по специальности. Использование предлогов и союзов.

Чтение: основные виды чтения (ознакомительное, поисковое, просмотровое, изучающее) на примере текстов по специальности.

Говорение: презентация по теме, связанной со своей специализацией.

Письмо: написание текста презентации (подписи на слайдах).

Самостоятельная работа: чтение литературы по специальности.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.



## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Курашвили Е. И., Кондратьева И. И., Штрунова В. С. Английский язык для студентов-физиков. Второй этап обучения: учеб. пособие/Е. И. Курашвили, И. И. Кондратьева, В. С. Штрунова.-М.:Астрель; АСТ,2005, ISBN 5-17-019110-3.-189.
2. Inside out. Advanced:student's book/С. Jones, Т. Bastow, J. Hird.-Oxford:Macmillan,2010, ISBN 978-0-333-91740-4.-159.
3. Агапова Е. Н. Практикум по профессионально-ориентированному переводу для студентов-физиков:Учебное пособие/Агапова Е. Н..-Оренбург:Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ,2011.-186.

### Дополнительная:

1. O'Connell S. Focus on IELTS foundation:audio CD/S. O'Connell.-Harlow:Pearson Education,2006, ISBN 978-0-582-82914-5.-1.

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://lingualeo.com/chooselanguage?returnUrl=#welcome> LinguaLeo

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Иностранный язык в профессиональной сфере деятельности (английский)** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс по дисциплине предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: <https://en.wikipedia.org> англоязычная онлайн энциклопедия

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Практические занятия проводятся в мультимедийных классах, оборудованных 10-19 компьютерами студентов, 1 компьютером преподавателя, а также системой Sanako Lab 250, позволяющей создавать локальную компьютерную сеть со взаимным доступом к мультимедиа-ресурсам. В компьютерном классе имеется доступ к сети Интернет. Работа может проводиться также в аудиториях, оснащенных мультимедийным проектором, подключенным к портативному компьютеру преподавателя.

Возможности мультимедийных классов позволяют проводить текущую работу и взаимопроверку с использованием сети компьютеров, использовать аудио- и видеоматериалы, делать презентации учебных материалов, использовать справочные материалы и многое другое. Текущий и итоговый контроль приобретенных знаний проводится с применением заданий тестового характера с использованием электронных контрольных работ, созданных с помощью комплексов Hot Potatoes, Netquiz и других.

**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Иностранный язык в профессиональной сфере деятельности (английский)**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОК.1</b> способность использовать иностранный язык в профессиональной сфере</p>	<p>Знать основные фонетические, лексические грамматические и стилистические особенности английского языка. Уметь использовать иностранный язык как средство общения в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности. Владеть навыками профессиональной коммуникации на иностранном языке в указанных сферах.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Суммарный балл БРС менее 41. Не знает основ дисциплины, необходимых при формировании компетенции. Не умеет применять знания по причине их отсутствия. Не владеет необходимыми навыками при формировании компетенции.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Имеет слабое представление об основных фонетических, лексических, грамматических и стилистических особенностях английского языка. Испытывает существенные затруднения в общении на иностранном языке в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности. Навыки профессиональной коммуникации на иностранном языке в указанных сферах сформированы слабо. В целом не готов к активной социальной мобильности. Суммарный балл БРС 41-60.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Имеет общее представление об основных фонетических, лексических, грамматических и стилистических особенностях английского языка. Не испытывает существенных затруднений в общении на иностранном языке в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности. Навыки профессиональной коммуникации на иностранном языке в указанных сферах сформированы хорошо. В целом готов к активной социальной мобильности. Суммарный балл БРС 61-80.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Отлично знает основные фонетические, лексические грамматические и стилистические особенности английского языка. Свободно пользуется иностранным языком как средством общения в научной,</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p><b>Отлично</b> производственной и социально-общественной сферах деятельности. Навыки профессиональной коммуникации на иностранном языке в указанных сферах сформированы отлично.. Готов к активной социальной мобильности. Суммарный балл БРС 81-100.</p>

**Оценочные средства**  
схема доставки 7165

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 42 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 42 балла

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОК.1</b> способность использовать иностранный язык в профессиональной сфере	Раздел 1 <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знание модальных глаголов и их эквивалентов. Умение использовать основные способы словообразования в английском языке. Знание терминологии по специальности в объеме пройденной темы
<b>ОК.1</b> способность использовать иностранный язык в профессиональной сфере	Раздел 2 <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Умение использовать инверсию как средство языка. Знание терминологии по специальности в объеме пройденной темы
<b>ОК.1</b> способность использовать иностранный язык в профессиональной сфере	Раздел 3 <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Герундий. Умение использовать различные виды чтения для извлечения информации из текста по специальности. особенности электронной переписки делового характера.
<b>ОК.1</b> способность использовать иностранный язык в профессиональной сфере	Раздел 4 <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Использование местоимений, предлогов и союзов. Знание терминологии по специальности в объеме изученной темы.

**Спецификация мероприятий текущего контроля**

**Раздел 1**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **10**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание терминологии по специальности	10
Знание грамматики	10
Умение представить результаты работы	5

### **Раздел 2**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **10**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание терминологии по специальности	10
Знание грамматики	10
Умение редставить результаты работы	5

### **Раздел 3**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **11**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание грамматики	10
Знание терминологии по специальности	10
Умение представить результаты работы	5

### **Раздел 4**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **11**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание грамматики	10
Знание терминологии	10
Умение представить результат	5

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физики твердого тела**

Авторы-составители: **Волынцев Анатолий Борисович**  
**Спивак Лев Волькович**

Рабочая программа дисциплины

**ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ В ОБЛАСТИ  
НАНОТЕХНОЛОГИИ**

Код УМК 87743

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №1  
от «15» сентября 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016

## **1. Наименование дисциплины**

История и методология науки и техники в области нанотехнологии

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в базовую часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Физический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( К.А.Гаврилов )



### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **История и методология науки и техники в области нанотехнологии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ОК.4** способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	1
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	36
<b>Проведение лекционных занятий</b>	24
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	12
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	72
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (1 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>1 триместр</b>	<b>108</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>72</b>
Начало конца или конец начала? Проблемы человечества и будущее науки.	6	2	0	0	4
Структура и динамика научных революций	14	2	0	0	12
История и перспективы развития нанотехнологий	6	2	0	0	4
Нанотехнология как прорыв в постнеклассической науке	12	2	0	2	8
Методология науки, как научная дисциплина	8	2	0	2	4
Инструменты нанотехнологии	16	6	0	2	8
Самоорганизация, синергетика и новая картина мира	8	2	0	2	4
Методы и технологии получения нанобъектов	12	2	0	2	8
Точка сборки. Nano-Bio-Info-Cognito(NBIC) или SCBIN (Socio-Cognito-Bio-Info-Nano).	12	2	0	2	8

Наименование тем и разделов	Всего ак. час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
Расширение человека					
Методы и средства научного познания.. Фрактальный мир. Одно во всем и все в одном	14	2	0	0	12

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Начало конца или конец начала? Проблемы человечества и будущее науки.**

Модели мировой динамики и концепция устойчивого (самоподдерживающегося) развития  
Демографический императив. Рост в режиме с обострением. Модель С.П. Капицы. Глобальный демографический переход

Наука как главный ресурс в создании нового поколения жизнеобеспечивающих технологий для XXI века

### **Структура и динамика научных революций**

Фундаментальная и прикладная наука. Представления классического науковедения и теория научных революций Томаса Куна.

Технологические революции, кондратьевские циклы, технологические уклады.

### **История и перспективы развития нанотехнологий**

История развития нанотехнологии. Основные достижения нанотехнологии. Наночастицы. Новейшие достижения. Перспективы развития и проблемы. Медицина и биология. Промышленность и сельское хозяйство. Экология. Освоение космоса. Информационные и военные технологии.

### **Нанотехнология как прорыв в постнеклассической науке**

В контексте системного подхода в науке рассматриваются проблемы социальной экспертизы технических проектов, выделяются положительные и отрицательные аспекты их внедрения.

Актуальными являются вопросы о соотношении культуры техногенной цивилизации и самоидентичности человека, а также методологическая, аксиологическая и проектная рефлексии о ядерных, компьютерных, биомедицинских и экологических технологиях.

### **Методология науки, как научная дисциплина**

Методология, как система принципов и способов организации и построения теоретической и практической деятельности, а также учение об этой системе. Методология науки, как научная дисциплина - область знаний, охватывающая всё многообразие методологических и методических принципов и приёмов, операций и форм построения научного знания.

Методология научных исследований. Определение понятия "методология". Особенности научной деятельности. Нормы научной этики. Теоретические методы научных исследований: анализ, синтез, обобщение, формализация, абстрагирование, аналогия. Эмпирические методы научного исследования: наблюдение, измерение, обследование, мониторинг, эксперимент.

### **Инструменты нанотехнологии**

Растровая микроскопия. Силовая атомная микроскопия. Сканирующие методы. Приборы ближнего света. Рентгеновская спектроскопия.

### **Самоорганизация, синергетика и новая картина мира**

Самоорганизация и параметры порядка.

Теория режимов с обострением и роль идей синергетики в реализации крупных научно-технических проектов.

Понимание и использование самоорганизации как главная надежда фундаментальной науки и высоких технологий, относящихся к VI укладу.

### **Методы и технологии получения нанообъектов**

Концепция "сверху в низ". Концепция "снизу вверх". Химические технологии. Методы испарения. Кластеризация. Лазерные технологии. Инструменты эпитаксильного осаждения. Технологии, меняющие историю.

### **Точка сборки. Nano-Bio-Info-Cognito(NBIC) или SCBIN (Socio-Cognito-Bio-Info-Nano).**

#### **Расширение человека**

Сборка крупных научно-технических проектов и научно исследовательских программ. Принципиальная роль социальных технологий

Как и подо что «заточить» нанотехнологии в России? Расширение человека.

### **Методы и средства научного познания.. Фрактальный мир. Одно во всем и все в одном**

Научное познание, специфика научной деятельности. Критерии научного познания. Методы и средства научного познания. Структура научного познания. Этические нормы науки. Современные теории истинности. Типы истинности, истина с точки зрения физического мира, понятие парадигмы в науке. Научные традиции. Научные революции. Природа и необходимость революций. Революция как изменение взгляда на мир. Прогресс, который несут революции. Разрешение революций. Идеалы научного знания. Фундаментальные научные открытия. Функции науки.

Парадоксальная геометрия фракталов.

Фракталы и динамика.

Механизмы возникновения и перспективы использования фрактальных структур.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Фостер Линн Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности [Электронный ресурс]: монография/ Фостер Линн— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2008.— 352 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13282>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Алферов Ж. И. Избранные труды. Нанотехнологии/Ж. И. Алферов.-Москва:Магистр-пресс,2013, ISBN 978-5-89317-229-4.-268.-Библиогр. в конце ст.
3. Хартманн У. Очарование нанотехнологии/У. Хартманн ; пер. с нем. Т. Н. Захаровой ; под ред. Л. Н. Патрикеева.-Москва:БИНОМ. Лаборатория знаний,2010, ISBN 978-5-9963-0286-4.-173.-Библиогр.: с. 150-156 и в тексте
4. Игнатов А.Н. Нанoeлектроника. Состояние и перспективы развития [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Игнатов А.Н.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2011.— 410 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55451>.— ЭБС «IPRbooks»

### Дополнительная:

1. Нанотехнологии. Наноматериалы. Наносистемная техника: мировые достижения - 2008 год:сборник/под ред. П. П. Мальцева.-Москва:Техносфера,2008, ISBN 978-5-94836-180-2.-430.- Библиогр.: с. 429-430 (11 назв.)
2. Капица Сергей Петрович,Курдюмов Сергей Павлович,Малинецкий Георгий Геннадьевич Синергетика и прогнозы будущего/Сергей Петрович Капица, Сергей Павлович Курдюмов, Георгий Геннадьевич Малинецкий.-М.:Эдиториал УРСС,2001, ISBN 5-8360-0198-7.-288.
3. История физики/Ф. Розенберг.Ч. 2.История физики в новое время.-Москва, Ленинград:ОНТИ,1937.- 310

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **История и методология науки и техники в области нанотехнологии** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Microsoft Office

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Проектор, экран, маркерная доска, компьютер



**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
История и методология науки и техники в области нанотехнологии**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОК.4</b> способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности</p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b> ключевые вопросы современной науки, решение которых может привести к технологическим прорывам; междисциплинарные подходы, лежащие в основе современной и, вероятно, будущей картины мира.</p> <p><b>УМЕТЬ:</b> Выявлять актуальные вопросы о соотношении культуры техногенной цивилизации и самоидентичности человека.</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> Методологией науки, как научной дисциплиной. Методологией научных исследований. Понятиям "методология". Нормами научной этики.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не знает ключевые задачи и проблемы науки XXI века, которые предстоит решать миру и новой России в рамках NBIC- инициативы. Не умеет в контексте системного подхода в науке рассматривать проблемы социальной экспертизы технических проектов. Демонстрирует отсутствие владения методологией науки, как научной дисциплиной.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Демонстрирует общие, но не структурированные знания о ключевых задачах и проблемах науки XXI века, которые предстоит решать миру и новой России в рамках NBIC- инициативы. Не умеет рассматривать проблемы социальной экспертизы технических проектов. Слабо владеет методологией науки, как научной дисциплиной. Методологией научных исследований. Понятиям "методология". Нормами научной этики.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Демонстрирует сформированные, но содержащие отдельные пробелы в знаниях о ключевых задачах науки XXI века. Демонстрирует сформированную, но содержащую отдельные пробелы способность в контексте системного подхода в науке рассматривать проблемы социальной экспертизы технических проектов, выделяя положительные и отрицательные аспекты их внедрения. Выявлять актуальные вопросы о соотношении культуры техногенной цивилизации и самоидентичности человека.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Знает ключевые задачи и проблемы науки</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>XXI века, которые предстоит решать миру и новой России в рамках NBIC- инициативы. Умеет в контексте системного подхода в науке рассматривать проблемы социальной экспертизы технических проектов. Владеет методологией науки, как научной дисциплиной. Методологией научных исследований. Понятиям "методология". Нормами научной этики.</p>

**Оценочные средства**  
схема доставки Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОК.4</b> способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	История и перспективы развития нанотехнологий <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знания модели мировой динамики и концепция устойчивого (самоподдерживающегося) развития. Демографический императив. Рост в режиме с обострением. Модель С.П. Капицы. Глобальный демографический переход. Наука как главный ресурс в создании нового поколения жизнеобеспечивающих технологий для XXI века. Фундаментальная и прикладная наука. Представления классического науковедения и теория научных революций Томаса Куна. Технологические революции, кондратьевские циклы, технологические уклады.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОК.4</b> способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности</p>	<p>Инструменты нанотехнологии <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>История развития нанотехнологии. Основные достижения нанотехнологии. Наночастицы. Перспективы развития и проблемы. Медицина и биология. Промышленность и сельское хозяйство. Экология. Освоение космоса. Информационные и военные технологии. Методология научных исследований. Определение понятия "методология". Особенности научной деятельности. Нормы научной этики. Теоретические методы научных исследований: анализ, синтез, обобщение, формализация, абстрагирование, аналогия. Эмпирические методы научного исследования: наблюдение, измерение, обследование, мониторинг, эксперимент. Инструменты нанотехнологии: растровая микроскопия. Силовая атомная микроскопия. Сканирующие методы. Приборы ближнего света. Рентгеновская спектроскопия.</p>
<p><b>ОК.4</b> способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности</p>	<p>Методы и средства научного познания.. Фрактальный мир. Одно во всем и все в одном <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Самоорганизация и параметры порядка. Теория режимов с обострением и роль идей синергетики в реализации крупных научно-технических проектов. Концепция "сверху в низ". Концепция "снизу вверх". Химические технологии. Лазерные технологии. Технологии, меняющие историю. Научное познание, специфика научной деятельности. Критерии научного познания. Методы и средства научного познания. Структура научного познания. Этические нормы науки. Современные теории истинности. Типы истинности, истина с точки зрения физического мира, понятие парадигмы в науке. Научные революции. Природа и необходимость революций. Революция как изменение взгляда на мир. Фундаментальные научные открытия. Функции науки.</p>

**Спецификация мероприятий текущего контроля  
История и перспективы развития нанотехнологий**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Модели мировой динамики и концепция устойчивого (самоподдерживающегося) развития.	5
Наука как главный ресурс в создании нового поколения жизнеобеспечивающих технологий для XXI века.	5
Модель С.П. Капицы. Глобальный демографический переход.	5
Фундаментальная и прикладная наука.	3
Демографический императив. Рост в режиме с обострением.	2

**Инструменты нанотехнологии**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Нанотехнологии: перспективы развития и проблемы. Медицина и биология. Промышленность и сельское хозяйство. Экология. Освоение космоса. Информационные и военные технологии.	10
Инструменты нанотехнологии: растровая микроскопия. Силовая атомная микроскопия. Сканирующие методы. Приборы ближнего света. Рентгеновская спектроскопия.	10
Особенности научной деятельности. Нормы научной этики. Теоретические методы научных исследований: анализ, синтез, обобщение, формализация, абстрагирование, аналогия.	5
Методология научных исследований. Определение понятия "методология".	5
Эмпирические методы научного исследования: наблюдение, измерение, обследование, мониторинг, эксперимент.	5
История развития нанотехнологии. Основные достижения нанотехнологии.	5

**Методы и средства научного познания.. Фрактальный мир. Одно во всем и все в одном**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Самоорганизация и параметры порядка. Теория режимов с обострением и роль идей синергетики в реализации крупных научно-технических проектов.	7

Концепция "сверху в низ". Концепция "снизу вверх". Химические технологии. Лазерные технологии. Технологии, меняющие историю.	7
Научное познание, специфика научной деятельности. Критерии научного познания. Методы и средства научного познания.	7
Структура научного познания. Этические нормы науки. Современные теории истинности. Типы истинности, истина с точки зрения физического мира, понятие парадигмы в науке.	7
Фундаментальные научные открытия. Функции науки.	6
Научные революции. Природа и необходимость революций. Революция как изменение взгляда на мир.	6

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**

Авторы-составители: **Ажеганов Александр Сергеевич**  
**Вольхин Игорь Львович**  
**Лунегов Игорь Владимирович**  
**Пономарев Роман Сергеевич**

Рабочая программа дисциплины

**КВАНТОВАЯ И ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

Код УМК 81666

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №6  
от «27» июня 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016

## 1. Наименование дисциплины

Квантовая и полупроводниковая электроника

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Физический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( К.А.Гаврилов )



### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Квантовая и полупроводниковая электроника** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ПК.1** готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение лекционных занятий</b>	12
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	36
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	96
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (3) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (4 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>4 триместр</b>	<b>144</b>	<b>12</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>96</b>
Квантовая и полупроводниковая электроника. Первый семестр	144	12	36	0	96
Полупроводниковая квантовая электроника.	38	4	18	0	16
Фотоэлектронные квантовые приборы.	14	2	6	0	6
Оптоэлектронные квантовые приборы.	24	2	12	0	10
Волноводная фотоника.	26	4	6	0	16
Оптические волноводы.	16	2	6	0	8
Брэгговские решетки.	10	2	0	0	8
Интегральная оптика.	44	4	12	0	28
Пассивные элементы интегрально-оптических схем.	10	2	0	0	8
Активные элементы интегрально-	16	2	6	0	8

Наименование тем и разделов	Всего ак. час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
оптических схем.					
Управление излучением в оптических волноводах.	18	0	6	0	12
Итоговое контрольное мероприятие	36	0	0	0	36

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### **Квантовая и полупроводниковая электроника. Первый семестр**

В дисциплине “Квантовая и полупроводниковая электроника” представлены разделы:

1. Полупроводниковая квантовая электроника.
2. Волноводная фотоника.
3. Интегральная оптика.

### **Полупроводниковая квантовая электроника.**

В разделе полупроводниковая квантовая электроника представлены темы:

1. Фотоэлектронные приборы.
2. Оптоэлектронные приборы.

### **Фотоэлектронные квантовые приборы.**

В теме "Фотоэлектронные квантовые приборы" представлены:

Лекция "Фотоэлектронные квантовые приборы" в которой подробно рассмотрены вопросы:

1. Единицы измерения световых величин.
2. Фоторезистивный эффект.
  - 2.1. Поглощение света в полупроводниках.
  - 2.2. Фотопроводимость полупроводников.
  - 2.3. Спектральная зависимость фотопроводимости
  - 2.4. Фоторезисторы.
  - 2.5. Основные характеристики и параметры фоторезисторов.
3. Фотоэлектрические свойства p-n-перехода .
  - 3.1. Воздействие света на p-n-переход.
  - 3.2. Фотодиоды.
  - 3.3. Полупроводниковые фотоэлементы
  - 3.4. Биполярный фототранзистор.

Лабораторная работа "Изучение фотоэлектронных приборов" в которой приведены:

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы и обработке полученных результатов.
2. Контрольные вопросы.
3. Списки литературы.

### **Оптоэлектронные квантовые приборы.**

В теме "Оптоэлектронные квантовые приборы" представлены:

Лекция "Оптоэлектронные приборы" в которой подробно рассмотрены вопросы:

1. Принцип действия светодиода.
2. Полупроводниковые материалы светоизлучающих диодов.
3. Светодиод на основе гетероперехода .
4. Светодиод на основе многослойных гетероструктур .
5. Внешний квантовый выход и яркость свечения диода.
6. Основные параметры светоизлучающих диодов.
7. Оптопары.
8. Основные параметры оптопар.

Лабораторные работы:

"Исследование оптоэлектронных приборов" в которой приведены:

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы и обработке полученных результатов.
2. Контрольные вопросы.
3. Списки литературы.

"Исследование полупроводникового лазера" в которой приведены:

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы и обработке полученных результатов.
2. Контрольные вопросы.
3. Списки литературы.

### **Волноводная фотоника.**

В разделе волноводная фотоника представлены темы:

1. Оптические волноводы.
2. Брэгговские решетки.

### **Оптические волноводы.**

В теме "Оптические волноводы" представлены:

Лекция "Оптические волноводы" в которой подробно рассмотрены вопросы:

1. Классификация оптических волноводов.
2. Распространение света в волноводах круглого сечения.
3. Распространение света в планарных волноводах.
4. Распространения света в полосковых волноводах.
5. Распространение света в волноводах типа "панда".

Лабораторная работа "Исследование телекоммуникационных линий связи" в которой приведены:

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы и обработке полученных результатов.
2. Контрольные вопросы.
3. Списки литературы.

### **Брэгговские решетки.**

В теме "Брегговские решетки" представлены:

Лекция "Брегговские решетки" в которой подробно рассмотрены вопросы:

1. Конструкция и принцип действия Брегговской решетки.
2. Взаимодействие оптического излучения с Брегговской решеткой.
3. Оптоволоконные Брегговские решетки.
4. Датчики на основе оптоволоконных Брегговских решеток.

### **Интегральная оптика.**

В разделе интегральная оптика представлены темы:

1. Пассивные элементы интегрально-оптических схем.
2. Активные элементы интегрально-оптических схем.
3. Управление излучением в оптических волноводах.

### **Пассивные элементы интегрально-оптических схем.**

В теме "Пассивные элементы интегрально-оптических схем" представлены:

Лекция "Пассивные элементы интегрально-оптических схем" в которой подробно рассмотрены вопросы:

1. Интегрально-оптические элементы связи.
2. Планарные линзы.
3. Планарные призмы.

### **Активные элементы интегрально-оптических схем.**

В теме "Активные элементы интегрально-оптических схем" представлены:

Лекция "Активные элементы интегрально-оптических схем" в которой подробно рассмотрены вопросы:

1. Волноводные оптические усилители.
2. Оптоволоконные лазеры.

Лабораторная работа ". Исследование оптоволоконных лазеров" в которой приведены:

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы и обработке полученных результатов.
2. Контрольные вопросы.
3. Списки литературы.

### **Управление излучением в оптических волноводах.**

В теме "Управление излучением в оптических волноводах" представлены:

Лекция "Управление излучением в оптических волноводах" в которой подробно рассмотрены вопросы:

1. Интегрально-оптические модуляторы фазы
2. Интегрально-оптические модуляторы амплитуды.

Лабораторные работы:

"Исследование оптических свойств сред с помощью интерферометра Маха-Цендера" в которой приведены:

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы и обработке полученных результатов.
2. Контрольные вопросы.
3. Списки литературы.

"Исследование диэлектрического сенсора напряженности электрического поля СВЧ-диапазона" в которой приведены:

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы и обработке полученных результатов.
2. Контрольные вопросы.
3. Списки литературы.

### **Итоговое контрольное мероприятие**

В разделе итоговое контрольное мероприятие приведен список экзаменационных вопросов.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Исследование диэлектрического сенсора напряженности электрического поля СВЧ-диапазона: практикум/М-во образования и науки РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т.-Пермь,2015.-1.
2. Полупроводниковая электроника. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие для студентов физ. фак., обучающихся по специальности "Радиофизика и электроника"/М-во образования и науки РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т.-Пермь,2012, ISBN 978-5-7944-1925-2.-172.-Библиогр. в конце работ
3. Ажеганов А. С., Вольхин И. Л. Полупроводниковая электроника: курс лекция : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров "Радиофизика", "Нанотехнологии и микросистемная техника" и специальности "Информационная безопасность автоматизированных систем"/А. С. Ажеганов, И. Л. Вольхин.-Пермь,2015, ISBN 978-5-7944-2577-2.-269.-Библиогр.: с. 264

### Дополнительная:

1. Радиоэлектроника. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие для студентов физического факультета, обучающихся по специальности "Радиофизика и электроника"/М-во образования и науки РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т.-Пермь,2012, ISBN 978-5-7944-1974-0.-158.-Библиогр.: с. 151-153
2. Щука А. А. Электроника:[учеб. пособие] для студентов вузов, обучающихся по напр. 654100 - Электроника и микроэлектроника/под ред. А. С. Сигова.-СПб.:БХВ-Петербург,2006, ISBN 5-94157-461-4.-800.-Библиогр. в конце глав
3. Азанова И. С., Шевцов Д. И. Физические свойства и структура волоконно-оптических систем: учеб.-метод. пособие/И. С. Азанова, Д. И. Шевцов.-Пермь:Перм. гос. ун-т,2007, ISBN 5-7944-0960-6.-43.-Библиогр.: с. 42
4. Радиочастотные и оптоволоконные линии связи. Антенны и устройства СВЧ. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие для студентов физического факультета, обучающихся по специальности "Радиофизика и электроника"/М-во образования и науки РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т.-Пермь,2012, ISBN 978-5-7944-2008-1.-1.

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Квантовая и полупроводниковая электроника** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

ЕТИС ПГНИУ

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения лекций по дисциплине необходима поточная аудитория оснащенная:

1. Магнитно-маркерной или меловой доской;
2. Мультимедийным оборудованием для показа компьютерных презентаций и визуализированных материалов.

Для проведения лабораторных занятий по дисциплине необходима лаборатория квантовой и полупроводниковой электроники оснащенная:

1. Лабораторными столами со стандартным евро розетками напряжением 220 В промышленной частоты 50 Гц с заземляющими контактами;
2. Макетами лабораторных работ: "Изучение фотоэлектронных приборов", "Изучение оптоэлектронных приборов", "Исследование полупроводниковых лазеров", "Измерение параметров оптического волокна методом Бриллюэновской рефлектометрии", "Исследование оптоволоконных лазеров", "Исследование оптических свойств сред с помощью интерферометра Маха-Цендера", "Измерение напряженности СВЧ-поля с помощью интегрально оптического сенсора";
3. Источниками питания постоянного тока до 30 В и 1 А;
4. Низкочастотными генераторами с частотой от 10 Гц до 10 МГц и выходным напряжением изменяющимся от 1 мВ до 10 В;
5. СВЧ-генератором до 20 ГГц;
6. СВЧ-усилителем мощности до 1 Вт на частотах до 20 ГГц;
7. Вольтметрами переменного тока ,
8. Двухканальными осциллографами;
9. Мультиметрами.
10. Полупроводниковыми лазерами;
11. Оптоволоконным лазером;
12. Оптоволоконным усилителем;
13. Фотоприемниками;
14. Оптическим анализатором спектра;
15. Бриллюэновский рефлектометр;
16. Компьютером или ноутбуком.

**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Квантовая и полупроводниковая электроника**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<p>знать основы теории работы фото и оптоэлектронных квантовых приборов; уметь обрабатывать первичные результаты эксперимента; владеть навыками исследования основных характеристик фото и оптоэлектронных квантовых приборов.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не знает основы теории работы фото и оптоэлектронных квантовых приборов; не умеет обрабатывать первичные результаты эксперимента; не владеет навыками исследования основных характеристик фото и оптоэлектронных квантовых приборов.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Знает неуверенно основы теории работы фото и оптоэлектронных квантовых приборов, имеет общие, но не структурированные знания основных положений и упрощающих предположений, используемых при изложении теории их работы; Демонстрирует частично сформированное умение изображать основные характеристики различных типов фото и оптоэлектронных квантовых приборов идеальные и реальные, не может указать масштабы по осям графиков; Владеет неуверенно и фрагментарно методиками экспериментального исследования основных характеристик различных типов фото и оптоэлектронных квантовых приборов, может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает уверенно основы теории работы фото и оптоэлектронных квантовых приборов, однако имеются отдельные пробелы в области применимости упрощающих предположений; умеет уверенно изображать основные характеристики различных типов фото и оптоэлектронных квантовых приборов идеальные и реальные, может указать масштабы по осям графиков, однако</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>затрудняется объяснить в следствие каких причин возникают отличия экспериментальных и реальных характеристик; владеет уверенно методиками экспериментального исследования основных характеристик различных типов фото и оптоэлектронных квантовых приборов может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя, однако не может правильно определить погрешности проведения измерений.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает уверенно основы теории работы фото и оптоэлектронных квантовых приборов, демонстрирует систематические знания основных положений теории и области применимости упрощающих предположений, может ответить на дополнительные вопросы преподавателя; умеет уверенно изображать основные характеристики различных типов фото и оптоэлектронных квантовых приборов идеальные и реальные, может указать масштабы по осям графиков, использует дополнительные источники информации при ответе на вопросы, может объяснить в следствие каких причин возникают отличия экспериментальных и реальных характеристик; владеет уверенно методиками экспериментального исследования основных характеристик различных типов фото и оптоэлектронных квантовых приборов, может провести измерения самостоятельно или в составе малой группы в качестве руководителя, может аргументированно объяснить полученные результаты и указать погрешности измерений.</p>
<p><b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области</p>	<p>знать основы теории работы оптических волноводов; уметь обрабатывать первичные результаты эксперимента; владеть навыками исследования</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не знает основы теории работы оптических волноводов; не умеет обрабатывать первичные результаты эксперимента; не владеет навыками исследования основных</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<p>основных характеристик телекоммуникационных линий связи.</p>	<p><b>Неудовлетворительно</b>  характеристик телекоммуникационных линий связи.</p> <p><b>Удовлетворительно</b>  Знает неуверенно основы теории работы оптических волноводов, имеет общие, но не структурированные знания основных положений и упрощающих предположений, используемых при изложении теории их работы;  Демонстрирует частично сформированное умение изображать структуры различных типов волн в оптических волноводах, не может объяснить причины возникновения дисперсии излучения;  Владеет неуверенно и фрагментарно методиками экспериментального исследования основных характеристик телекоммуникационных линий связи, может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя.</p> <p><b>Хорошо</b>  Знает уверенно основы теории работы оптических волноводов, однако имеются отдельные пробелы в области применимости упрощающих предположений;  Умеет уверенно изображать структуры различных типов волн в оптических волноводах, однако затрудняется объяснить в следствие каких причин возникает дисперсия излучения;  Владеет уверенно методиками экспериментального исследования основных характеристик телекоммуникационных линий связи, может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя, однако не может правильно определить погрешности проведения измерений.</p> <p><b>Отлично</b>  Знает уверенно основы теории работы оптических волноводов, демонстрирует систематические знания основных положений теории и области применимости упрощающих предположений, может</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>ответить на дополнительные вопросы преподавателя;  Умеет уверенно изображать структуры различных типов волн в оптических волноводах, и указать причины возникновения дисперсия излучения, использует дополнительные источники информации при ответе на вопросы, может объяснить в следствие каких причин возникают искажения сигналов при прохождении по оптическим волноводам;  владеет уверенно методиками экспериментального исследования основных характеристик различных типов телекоммуникационных линий связи, может провести измерения самостоятельно или в составе малой группы в качестве руководителя, может аргументированно объяснить полученные результаты и указать погрешности измерений.</p>
<p><b>ПК.1</b>  готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<p>знать основы теории управления излучением в оптических волноводах; уметь обрабатывать первичные результаты эксперимента; владеть навыками исследования основных характеристик модуляторов излучения в оптических волноводах.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не знает основы теории управления излучением в оптических волноводах; не умеет обрабатывать первичные результаты эксперимента; не владеет навыками исследования основных характеристик модуляторов излучения в оптических волноводах.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Знает неуверенно основы теории управления излучением в оптических волноводах, имеет общие, но не структурированные знания основных положений и упрощающих предположений, используемых при изложении теории их работы;  Демонстрирует частично сформированное умение изображать основные характеристики различных типов модуляторов излучения в оптических волноводах идеальные и реальные, не может указать масштабы по осям графиков;  Владеет неуверенно и фрагментарно методиками экспериментального исследования основных характеристик</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>различных типов модуляторов излучения в оптических волноводах, может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает уверенно основы теории управления излучением в оптических волноводах, однако имеются отдельные пробелы в области применимости упрощающих предположений;  Умеет уверенно изображать основные характеристики различных типов модуляторов излучения в оптических волноводах идеальные и реальные, может указать масштабы по осям графиков, однако затрудняется объяснить в следствие каких причин возникают отличия экспериментальных и реальных характеристик;  Владеет уверенно методиками экспериментального исследования основных характеристик различных типов модуляторов излучения в оптических волноводах, может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя, однако не может правильно определить погрешности проведения измерений.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает уверенно основы теории управления излучением в оптических волноводах, демонстрирует систематические знания основных положений теории и области применимости упрощающих предположений, может ответить на дополнительные вопросы преподавателя;  Умеет уверенно изображать основные характеристики различных типов модуляторов излучения в оптических волноводах идеальные и реальные, может указать масштабы по осям графиков, использует дополнительные источники информации при ответе на вопросы, может объяснить в следствие каких причин</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>возникают отличия экспериментальных и реальных характеристик;  Владеет уверенно методиками экспериментального исследования основных характеристик различных типов модуляторов излучения в оптических волноводах, может провести измерения самостоятельно или в составе малой группы в качестве руководителя, может аргументированно объяснить полученные результаты и указать погрешности измерений.</p>
<p><b>ПК.1</b>  готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<p>знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- о зонной теории твердого тела как основе полупроводниковой электроники;</li> <li>- фундаментальные физические процессы, определяющие принципы работы квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических;</li> <li>- основные параметры и характеристики, оптоэлектронных и фотоэлектронных приборов, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов;</li> <li>устройство и основные методы изготовления оптоэлектронных и фотоэлектронных приборов, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов;</li> <li>- условия обеспечения необходимых режимов работы и полного использования возможностей приборов;</li> <li>- типовые схемотехнические решения, реализующие аналоговые и цифровые функции;</li> <li>- тенденции и перспективы</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- о зонной теории твердого тела как основе полупроводниковой электроники;</li> <li>- фундаментальные физические процессы, определяющие принципы работы квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов;</li> <li>- основные параметры и характеристики, оптоэлектронных и фотоэлектронных приборов, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов;</li> <li>устройство и основные методы изготовления оптоэлектронных и фотоэлектронных приборов, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов;</li> <li>- условия обеспечения необходимых режимов работы и полного использования возможностей приборов;</li> <li>- типовые схемотехнические решения, реализующие аналоговые и цифровые функции;</li> <li>- тенденции и перспективы развития квантовой и полупроводниковой электроники, а также интегральной оптики;</li> </ul> <p>Не умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- математически описать физические процессы, лежащие в основе действия квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов, и на основе</li> </ul>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>развития квантовой и полупроводниковой электроника, а также интегральной оптики; умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- математически описать физические процессы, лежащие в основе действия квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов, и на основе полученных соотношений корректно рассчитать их параметры;</li> <li>- понимать принципы построения и функционирования схем экспериментальных установок на основе знаний физических процессов в квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборах, их параметров и характеристик;</li> <li>- применять знания принципа действия, параметров и характеристик квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов при выборе и использовании измерительной аппаратуры для сбора электрических и оптических схем экспериментальных установок и проведения экспериментов по заданной методике;</li> <li>- правильно использовать терминологию в области квантовой полупроводниковой электроники, оптоволоконной фотоники и интегрально-</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>полученных соотношений корректно рассчитать их параметры;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понимать принципы построения и функционирования схем экспериментальных установок на основе знаний физических процессов в квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборах, их параметров и характеристик;</li> <li>- применять знания принципа действия, параметров и характеристик квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов при выборе и использовании измерительной аппаратуры для сбора электрических и оптических схем экспериментальных установок и проведения экспериментов по заданной методике;</li> <li>- правильно использовать терминологию в области квантовой полупроводниковой электроники, оптоволоконной фотоники и интегрально-оптики ;</li> <li>- получать знания из различных источников: лекций, учебников, научно-технической литературы, справочников и Интернет-ресурсов;</li> </ul> <p>Не владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с современными квантовыми полупроводниковыми, оптоволоконными фотонными и интегрально-оптическими измерительными приборами и основными элементами квантовой полупроводниковой электроники, оптоволоконной фотоники и интегральной оптики;</li> <li>- методами измерения статических и динамических параметров квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Знает основы зонной теории твердого тела; имеет общие, но не структурированные знания:</p>



Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>оптики;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- получать знания из различных источников: лекций, учебников, научно-технической литературы, справочников и Интернет-ресурсов;</li> </ul> <p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с современными квантовыми полупроводниковыми, оптоволоконными фотонными и интегрально-оптическими измерительными приборами и основными элементами квантовой полупроводниковой электроники, оптоволоконной фотоники и интегральной оптики;</li> <li>- методами измерения статических и динамических параметров квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительно</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основных положений и упрощающих предположений, используемых при изложении теории работы квантовых полупроводниковых приборов;</li> <li>- фундаментальных физических процессов, определяющих принципы работы квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов;</li> <li>- основных параметров и характеристик, оптоэлектронных и фотоэлектронных приборов, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов;</li> <li>- основных методов изготовления оптоэлектронных и фотоэлектронных приборов, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов;</li> <li>- условия обеспечения необходимых режимов работы и полного использования возможностей приборов;</li> <li>- типовые схемотехнические решения, реализующие аналоговые и цифровые функции;</li> <li>- тенденции и перспективы развития квантовой и полупроводниковой электроники, а также интегральной оптики;</li> </ul> <p>Демонстрирует частично сформированное умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- математически описать физические процессы, лежащие в основе действия квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов, однако не может на их основе корректно рассчитать основные параметры;</li> <li>- понимать принципы построения и функционирования схем экспериментальных установок на основе знаний физических процессов в квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборах, их параметров и характеристик;</li> <li>- применять знания принципа действия, параметров и характеристик квантовых</li> </ul>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов при выборе и использовании измерительной аппаратуры для сбора электрических и оптических схем экспериментальных установок и проведения экспериментов по заданной методике;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно использовать терминологию в области квантовой полупроводниковой электроники, оптоволоконной фотоники и интегрально-оптики ;</li> <li>- получать знания из различных источников: лекций, учебников, научно-технической литературы, справочников и Интернет-ресурсов;</li> </ul> <p>Владеет неуверенно и фрагментарно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с современными квантовыми полупроводниковыми, оптоволоконными фотонными и интегрально-оптическими измерительными приборами и основными элементами квантовой полупроводниковой электроники, оптоволоконной фотоники и интегральной оптики;</li> <li>- методами измерения статических и динамических параметров квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов.</li> </ul> <p>Может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- о зонной теории твердого тела как основе полупроводниковой электроники;</li> </ul> <p>однако имеются отдельные пробелы знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в области применимости упрощающих предположений при рассмотрении фундаментальных физических процессов, определяющих принципы работы квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических;</li> <li>- основных параметров и характеристик, оптоэлектронных и фотоэлектронных</li> </ul>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>приборов, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основных методов изготовления оптоэлектронных и фотоэлектронных приборов, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов;</li> <li>- условий обеспечения необходимых режимов работы и полного использования возможностей приборов;</li> <li>- типовых схемотехнических решений, реализующие аналоговые и цифровые функции;</li> <li>- тенденций и перспектив развития квантовой и полупроводниковой электроники, а также интегральной оптики;</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- математически описать физические процессы, лежащие в основе действия квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов, и на основе полученных соотношений корректно рассчитать их параметры;</li> <li>- понимать принципы построения и функционирования схем экспериментальных установок на основе знаний физических процессов в квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборах, их параметров и характеристик;</li> <li>- применять знания принципа действия, параметров и характеристик квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов при выборе и использовании измерительной аппаратуры для сбора электрических и оптических схем экспериментальных установок и проведения экспериментов по заданной методике;</li> <li>- правильно использовать терминологию в области квантовой полупроводниковой электроники, оптоволоконной фотоники и интегрально-оптики ;</li> <li>- получать знания из различных источников:</li> </ul>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>лекций, учебников, научно-технической литературы, справочников и Интернет-ресурсов;  Владеет уверенно:  - навыками работы с современными квантовыми полупроводниковыми, оптоволоконными фотонными и интегрально-оптическими измерительными приборами и основными элементами квантовой полупроводниковой электроники, оптоволоконной фотоники и интегральной оптики;  - методами измерения статических и динамических параметров квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов.  Может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя, однако не может правильно определить погрешности проведения измерений.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает уверенно:  - о зонной теории твердого тела как основе полупроводниковой электроники;  - фундаментальные физические процессы, определяющие принципы работы квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических;  - основные параметры и характеристики, оптоэлектронных и фотоэлектронных приборов, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов;  устройство и основные методы изготовления оптоэлектронных и фотоэлектронных приборов, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов;  - условия обеспечения необходимых режимов работы и полного использования возможностей приборов;  - типовые схемотехнические решения, реализующие аналоговые и цифровые функции;  - тенденции и перспективы развития</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>квантовой и полупроводниковой электроника, а также интегральной оптики;          Может ответить на дополнительные вопросы преподавателя;          Умеет уверенно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- математически описать физические процессы, лежащие в основе действия квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов, и на основе полученных соотношений корректно рассчитать их параметры;</li> <li>- понимать принципы построения и функционирования схем экспериментальных установок на основе знаний физических процессов в квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборах, их параметров и характеристик;</li> <li>- применять знания принципа действия, параметров и характеристик квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов при выборе и использовании измерительной аппаратуры для сбора электрических и оптических схем экспериментальных установок и проведения экспериментов по заданной методике;</li> <li>- правильно использовать терминологию в области квантовой полупроводниковой электроники, оптоволоконной фотоники и интегрально-оптики ;</li> <li>- получать знания из различных источников: лекций, учебников, научно-технической литературы, справочников и Интернет-ресурсов;</li> </ul> <p>Использует дополнительные источники информации при ответе на вопросы,          Владеет уверенно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с современными квантовыми полупроводниковыми, оптоволоконными фотонными и интегрально-оптическими измерительными приборами и основными элементами</li> </ul>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>квантовой полупроводниковой электроники, оптоволоконной фотоники и интегральной оптики;</p> <p>- методами измерения статических и динамических параметров квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов.</p> <p>Может провести измерения самостоятельно или в составе малой группы в качестве руководителя, может аргументированно объяснить полученные результаты и указать погрешности измерений.</p>

**Оценочные средства**  
схема доставки 7165

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Оптоэлектронные квантовые приборы. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	знание основ теории работы фото и оптоэлектронных квантовых приборов; умение обрабатывать первичные результаты эксперимента; владение навыками исследования основных характеристик фото и оптоэлектронных квантовых приборов.
<b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Оптические волноводы. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	знание основ теории работы оптических волноводов; умение обрабатывать первичные результаты эксперимента; владение навыками исследования основных характеристик телекоммуникационных линий связи.

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<p>Управление излучением в оптических волноводах. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>знать основы теории управления излучением в оптических волноводах; уметь обрабатывать первичные результаты эксперимента; владеть навыками исследования основных характеристик модуляторов излучения в оптических волноводах.</p>



Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие <b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>знание фундаментальных физических процессов, определяющих принципы работы квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических; - основные параметры и характеристики, оптоэлектронных и фотоэлектронных приборов, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов; устройство и основные методы изготовления оптоэлектронных и фотоэлектронных приборов, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов; условия обеспечения необходимых режимов работы и полного использования возможностей приборов; типовые схемотехнические решения, реализующие аналоговые и цифровые функции; тенденции и перспективы развития квантовой и полупроводниковой электроника, а также интегральной оптики; умение математически описать физические процессы, лежащие в основе действия квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов, и на основе полученных соотношений корректно рассчитать их параметры; понимать принципы построения и функционирования схем экспериментальных установок на основе знаний физических процессов в квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборах, их параметров и характеристик; применять знания принципа действия, параметров и характеристик квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов при выборе и использовании измерительной аппаратуры для сбора электрических и оптических схем</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		экспериментальных установок и проведения экспериментов по заданной методике; правильно использовать терминологию в области квантовой полупроводниковой электроники, оптоволоконной фотоники и интегрально-оптики; получать знания из различных источников: лекций, учебников, научно-технической литературы, справочников и Интернет-ресурсов; владение: навыками работы с современными квантовыми полупроводниковыми, оптоволоконными фотонными и интегрально-оптическими измерительными приборами и основными элементами квантовой полупроводниковой электроники, оптоволоконной фотоники и интегральной оптики; методами измерения статических и динамических параметров квантовых полупроводниковых, оптоволоконных фотонных и интегрально-оптических приборов.

**Спецификация мероприятий текущего контроля  
Оптоэлектронные квантовые приборы.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Ответы на контрольные вопросы лабораторной работы "Исследование оптоэлектронных приборов" и дополнительные вопросы преподавателя один балл за один правильный ответ.	8
Выполнение заданий лабораторной работы "Исследование оптоэлектронных приборов" 1 балл за каждые 20% выполненных заданий.	5
Обработка результатов измерений лабораторной работы "Исследование оптоэлектронных приборов" 1 балл за каждые 20% выполненных заданий.	5
Оформление отчета по лабораторной работы "Исследование оптоэлектронных приборов" 1 балл за каждые 50% выполненных заданий.	2

**Оптические волноводы.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**  
 Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Ответы на контрольные вопросы лабораторной работы "Исследование телекоммуникационных линий связи" 1 балл за один правильный ответ.	8
Выполнение заданий лабораторной работы "Исследование телекоммуникационных линий связи" 1 балл за каждые 20% выполненных заданий.	5
Обработка результатов измерений лабораторной работы "Исследование телекоммуникационных линий связи" 1 балл за каждые 20% выполненных заданий.	5
Оформление отчета по лабораторной работы "Исследование телекоммуникационных линий связи" 1 балл за каждые 50% выполненных заданий.	2

#### **Управление излучением в оптических волноводах.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**  
 Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Ответы на контрольные вопросы лабораторной работы "Исследование диэлектрического сенсора напряженности электрического поля СВЧ-диапазона" 1 балл за один правильный ответ.	8
Выполнение заданий лабораторной работы "Исследование диэлектрического сенсора напряженности электрического поля СВЧ-диапазона" 1 балл за каждые 20% выполненных заданий.	5
Обработка результатов измерений лабораторной работы "Исследование диэлектрического сенсора напряженности электрического поля СВЧ-диапазона" 1 балл за каждые 20% выполненных заданий.	5
Оформление отчета по лабораторной работы "Исследование диэлектрического сенсора напряженности электрического поля СВЧ-диапазона" 1 балл за каждые 50% выполненных заданий.	2

#### **Итоговое контрольное мероприятие**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **6 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**  
 Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Ответ на первый вопрос экзаменационного билета.	10
Наличие конспекта лекций и самостоятельная работа в течение периода обучения.	10
Контроль лабораторного журнала и самостоятельной работы студента.	10
Ответ на второй вопрос экзаменационного билета.	10

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физики твердого тела**

Авторы-составители: **Волынец Анатолий Борисович**

Рабочая программа дисциплины

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Код УМК 87746

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №1  
от «15» сентября 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016

## **1. Наименование дисциплины**

Компьютерные технологии в научных исследованиях

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в базовую часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Физический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( К.А.Гаврилов )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Компьютерные технологии в научных исследованиях** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ОПК.1** способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	1
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	6
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	216
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	72
<b>Проведение лекционных занятий</b>	24
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	48
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	144
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (1 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>1 триместр</b>	<b>216</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>48</b>	<b>144</b>
Раздел 1. Соотношение между натурным и вычислительным экспериментами.	45	5	0	10	30
Раздел 2. Компьютерное моделирование процессов, реализующихся на атомно-молекулярном уровне.	45	5	0	10	30
Раздел 3. Компьютерное моделирование процессов в твердых телах, происходящих на мезоскопическом уровне.	45	5	0	10	30
Раздел 4. Представление научной информации.	45	5	0	10	30
Раздел 5. Основные системы построения графической и текстовой информации.	36	4	0	8	24

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Раздел 1. Соотношение между натурным и вычислительным экспериментами.**

Когда необходим вычислительный эксперимент. Дается обзор ситуаций, когда натурный эксперимент либо невозможен по техническим причинам в силу отсутствия самой возможности произвести требуемые измерения (сверхбыстрые процессы, опасные условия эксперимента, принципиальное отсутствие экспериментальных методик для регистрации исследуемых параметров) или по причинам принципиальной невозможности реализации натурального эксперимента. Соотношение между вычислительным и натурным экспериментом в постановочной части задачи. Соотношение между формулировкой задач натурального и вычислительного экспериментов в части их условий, как начальных, так и по ходу реализации всего эксперимента натурального и численного. Сопоставление выбора экспериментальной техники натурального эксперимента и вычислительных методик численного эксперимента. Сопоставление методов контроля достоверности натурального и вычислительного экспериментов, основные подходы. Суперкомпьютерные технологии, используемые в медицине, биологии, метеорологии, квантово-механических расчетах наноструктур, инженерных задачах авиа- и ракетостроения, строительстве и геологии.

### **Раздел 2. Компьютерное моделирование процессов, реализующихся на атомно-молекулярном уровне.**

Основные принципы методов молекулярной динамики. Основные подходы и круг задач, решаемых с помощью методов молекулярной динамики. Потенциалы парного взаимодействия, выбор вида этих потенциалов и определение их численных параметров. Варианты начальных и граничных условий. Учет тепловых колебаний. Примеры реализации метода молекулярной динамики. Моделирование дефектов кристаллического строения: вакансия, межузельный атом, микропора (ядро краевой дислокации). Моделирование процессов облучения и ударного сжатия. Проверка устойчивости и сходимости результата путем вариации шага по времени, начальных условий. Методы контроля достоверности результатов вычислительного эксперимента.

### **Раздел 3. Компьютерное моделирование процессов в твердых телах, происходящих на мезоскопическом уровне.**

Модели дискретного распределения дислокаций. Самодействие гибких дислокаций. Основные допущения модели жестких прямолинейных дислокаций. Начальные и граничные условия. Методы обеспечения корректности задачи (устойчивость решения и его единственность). Методы оценки корректности задачи и достоверности результатов расчета. Методы непрерывного распределения дислокаций. Основные допущения метода непрерывного распределения дислокаций. Расчет силового взаимодействия дислокаций применительно к циклическим граничным условиям. Методы обеспечения устойчивости решения и сходимости результатов. Примеры реализации метода непрерывного распределения дислокаций вязкоупругого поведения твердых тел в задачах наследственной механики и в экстремальных условиях ударно-импульсного воздействия.

### **Раздел 4. Представление научной информации.**

Публикация результатов научных исследований. Электронная публикация. Современные системы публикации, базы данных научных статей. Язык Postscript. Системы для каталогизации научных публикаций. Импакт-фактор журнала. Индекс цитирования и индекс Хирша как методы оценки деятельности ученого. Системы расчета импакт-фактора и индекса Хирша. Российский индекс научного цитирования.



## **Раздел 5. Основные системы построения графической и текстовой информации.**

Основные принципы визуализации. Примеры визуализации для различных физических задач.

Программы для визуализации результатов физических исследований. Графопостроители Origin, Grapher, Surfer, основные функции. Построение сложных графиков и подготовка графического материала в соответствии с требованиями научных издательств. Система автоматического построения графиков GNUPlot, ее основные возможности и оптимальные ситуации для применения. Статистический анализ экспериментальных данных, оценка погрешности измерения и ее отражение на графике.

Дополнительные функции текстового процессора MS Word. Общие требования к текстовым документам. ГОСТ 2.105-95. Использование стилей MS Word, верстка сложных документов.

Использование ссылок в MS Word, нумерация рисунков и таблиц. Применение внутренних и внешних баз данных литературных источников. Приведение документа MS Word в соответствие требованиям ГОСТ по оформлению текстовых документов, ЕСКД и ЕСТД.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Математическое моделирование. Часть 2. Учебное пособие.- Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2009. Математическое моделирование. Часть 2/Беликова Н. А..-2009.-64, ISBN 978-5-9585-0359-9
2. Компьютерные технологии. Часть 1. Обработка растровых изображений. Учебное пособие.- Москва: Московский гуманитарный университет, 2011. Компьютерные технологии. Часть 1. Обработка растровых изображений/Зинюк О. В..-2011.-80, ISBN 978-5-98079-683-9
3. Компьютерные технологии. Часть 2. Обработка векторных изображений. Учебное пособие.- Москва: Московский гуманитарный университет, 2011. Компьютерные технологии. Часть 2. Обработка векторных изображений/Зинюк О. В..-2011.-96, ISBN 978-5-98079-684-6

### Дополнительная:

1. Волынцев А. Б., Ратт А. В., Шилов А. Н. Компьютерное моделирование пластической деформации и дефектов в кристаллах: учебно-методическое пособие/А. Б. Волынцев, А. В. Ратт, А. Н. Шилов.- Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-1921-4, 2-е изд..-1.
2. Компьютерные технологии в высшем образовании. Т. 1.-М.: Изд-во МГУ, 1994, ISBN 5-211-03289-6.-370
3. Волынцев А. Б. Наследственная механика дислокационных ансамблей компьютерные модели и эксперименты/А. Б. Волынцев.-Иркутск: Издательство Иркутского университета, 1990.-288.-Библиогр.: с. 273-287

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Компьютерные технологии в научных исследованиях** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Программные пакеты MatLab, графопостроители Grapher, Surfer

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Терминальные классы с рабочими станциями, проектор, маркерная доска.

**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Компьютерные технологии в научных исследованиях**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.1</b> способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения</p>	<p>Знать основные области применения компьютерных технологий: машиностроении, медицине, биологии, геологии, метеорологии, строительстве, нанотехнологиях. Владеть основными методами компьютерного моделирования реальной структуры твердых тел. Уметь использовать основные системы визуализации компьютерных исследований и их подготовки к публикации.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не знает все основные области применения компьютерных технологий. Не владеет основными методами компьютерного моделирования реальной структуры твердых тел. Не умеет использовать основные системы визуализации компьютерных исследований и их подготовки к публикации.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Имеет существенные пробелы в знаниях об основных областях применения компьютерных технологий. Слабо владеет основными методами компьютерного моделирования реальной структуры твердых тел. Умеет использовать основные системы визуализации компьютерных исследований и их подготовки к публикации.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Имеет незначительные пробелы в знаниях об основных областях применения компьютерных технологий. Владеет основными методами компьютерного моделирования реальной структуры твердых тел. Умеет использовать основные системы визуализации компьютерных исследований и их подготовки к публикации.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Знает все основные области применения компьютерных технологий. Владеет основными методами компьютерного моделирования реальной структуры твердых тел. Умеет использовать основные системы визуализации компьютерных исследований и их подготовки к публикации.</p>

**Оценочные средства**  
схема доставки Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОПК.1</b> способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	Раздел 2. Компьютерное моделирование процессов, реализующихся на атомно-молекулярном уровне. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знания о необходимости вычислительного эксперимента продиктованного невозможностью проведения эксперимента натурального. Примеры использования компьютерных технологий в биологии и медицине. Применение компьютерных технологий в машиностроении. Основные методические подходы. Применение компьютерных технологий в строительстве. Критерии оценки достоверности. Применение компьютерных технологий в метеорологии и геологии. Сопоставление с методами физического моделирования. Сопоставление методов контроля достоверности натурального и вычислительного экспериментов, основные подходы.

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОПК.1</b> способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	Раздел 3. Компьютерное моделирование процессов в твердых телах, происходящих на мезоскопическом уровне. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знания о потенциалах парного взаимодействия, выбор вида этих потенциалов и определение их численных параметров применительно к методам молекулярной динамики. Модели гибких и жестких дислокаций. Методы обеспечения корректности задачи в модели дискретного распределения дислокаций. Расчет силового взаимодействия дислокаций применительно к циклическим граничным условиям в модели непрерывного распределения дислокаций. Основные подходы и круг задач, решаемых с помощью методов молекулярной динамики. Основные допущения метода непрерывного распределения дислокаций.
<b>ОПК.1</b> способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	Раздел 4. Представление научной информации. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знания об основных видах публикаций в научных исследованиях. Базы данных научных статей. Основные методы наукометрии. Основные системы используемые для построения сложного графического и текстового материалов. Оценка погрешности измерения и их визуализация.

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **Раздел 2. Компьютерное моделирование процессов, реализующихся на атомно-молекулярном уровне.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Когда необходимость вычислительно эксперимента продиктована невозможностью проведения эксперимента натурного.	5
Примеры использования компьютерных технологий в биологии и медицине.	5
Сопоставление методов контроля достоверности натурного и вычислительного экспериментов, основные подходы.	5
Применение компьютерных технологий в строительстве. Критерии оценки достоверности.	5

Применение компьютерных технологий в метеорологии и геологии. Сопоставление с методами физического моделирования.	5
Применение компьютерных технологий в машиностроении. Основные методические подходы.	5

### **Раздел 3. Компьютерное моделирование процессов в твердых телах, происходящих на мезоскопическом уровне.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Расчет силового взаимодействия дислокаций применительно к циклическим граничным условиям в модели непрерывного распределения дислокаций.	8
Основные подходы и круг задач, решаемых с помощью методов молекулярной динамики.	8
Модели гибких и жестких дислокаций.	8
Основные допущения метода непрерывного распределения дислокаций. Реализация метода непрерывного распределения дислокаций в задачах наследственной механики.	8
Потенциалы парного взаимодействия, выбор вида этих потенциалов и определение их численных параметров применительно к методам молекулярной динамики.	8

### **Раздел 4. Представление научной информации.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Основные виды публикаций в научных исследованиях. Базы данных научных статей. Основные методы наукометрии.	10
Оценка погрешности измерения и их визуализация.	10
Основные системы используемые для построения сложного графического и текстового материалов.	10



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра механики сплошных сред и вычислительных технологий**

Авторы-составители: **Морозов Илья Александрович**  
**Скачков Андрей Павлович**

Рабочая программа дисциплины

**МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Код УМК 87744

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №7  
от «15» июня 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016

## **1. Наименование дисциплины**

Методы математического моделирования

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в базовую часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Механико-математический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( А.Г.Кузнецов )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Методы математического моделирования** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ПК.3** готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	1
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	48
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	96
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (1 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>1 триместр</b>	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>96</b>
Методы математического моделирования	144	0	48	0	96
Введение в математическое моделирование. Цели и задачи курса.	4	0	2	0	2
Язык программирования MATLAB в решении задач математического моделирования.	50	0	16	0	34
Атомно-силовая микроскопия (АСМ).	42	0	14	0	28
Структурное и структурно-механическое моделирование.	12	0	4	0	8
Статистические модели и обработка результатов экспериментов.	12	0	4	0	8
Оптимизация в задачах математического моделирования.	12	0	4	0	8
Математическое моделирование и исследование фрактальных и мультифрактальных объектов.	12	0	4	0	8

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Методы математического моделирования**

#### **Введение в математическое моделирование. Цели и задачи курса.**

Основные понятия, виды моделей и подходов к моделированию. Свойства математических моделей и их параметров, аналогия, вычислительный эксперимент.

#### **Язык программирования MATLAB в решении задач математического моделирования.**

Типы переменных (числа, массивы, структуры, ячейки, строки, глобальные переменные). Операции с матрицами. Логические операции. Функции. Условия, циклы. Символьное вычисление. Работа файлами и графикой.

#### **Атомно-силовая микроскопия (АСМ).**

Возможности и принципы работы. Зонд. Устройство АСМ. Режимы работы. Решение задачи о вынужденных колебаниях массы на пружине в вязкой среде с учетом возможной близости поверхности. Сравнительный анализ аналитического и численного решений. Аналогично: решение задачи о колебаниях стержня с различными граничными условиями. Модели упругого взаимодействия зонд-материал (модели Герца, Дерягина-Мюллера-Топорова). Обработка экспериментальных кривых взаимодействия зонд-материал, определение упругого модуля поверхности.

#### **Структурное и структурно-механическое моделирование.**

Моделирование и исследование свойств двумерных и трехмерных дисперсных структур. Упругий, вязкий элементы, элемент сухого трения; их соединения.

#### **Статистические модели и обработка результатов экспериментов.**

Выбор функции случайного распределения при обработке экспериментальных данных. Критерии применимости. Аппроксимация результатов. Исследование статистических параметров.

#### **Оптимизация в задачах математического моделирования.**

Безусловный, условный минимум функций одной или нескольких переменных. Метод Нелдера-Мида.

#### **Математическое моделирование и исследование фрактальных и мультифрактальных объектов.**

Понятие фрактальной размерности. Мультифракталы, функция мультифрактального спектра. Построение и исследование двумерных и трехмерных структурных фрактальных объектов.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Ашихмин В. Н. Введение в математическое моделирование: Учебное пособие/Ашихмин В. Н.- Москва:Логос,2004, ISBN 5-94010-272-7.-439.
2. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры/А. А. Самарский, А. П. Михайлов.-М.:Физматлит,2005, ISBN 5-9221-0120-X.-320.-Библиогр.: с. 313-316

### Дополнительная:

1. Матюшкин И. В. Моделирование и визуализация средствами MATLAB физики наноструктур: Учебное пособие/Матюшкин И. В.-Москва:Техносфера,2011, ISBN 978-5-94836-286-1.-168.

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Методы математического моделирования** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:  
Справочная информация по MATLAB, доступная на сайте <http://matlab.exponenta.ru/>

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Терминальный класс. Мультимедийный проектор.



**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Методы математического моделирования**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники</p>	<p>Знать: основные методы математического моделирования и статистической обработки результатов экспериментов. Уметь: проводить статистическую обработку результатов вычислительного эксперимента, строить математические модели исследуемых проблем. Владеть: современными пакетами обработки результатов экспериментов.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не умеет выбирать модель, соответствующую рассматриваемой задаче. Не может провести статистическую обработку результатов экспериментов и провести визуализацию полученных результатов. Не владеет методами оптимизации в задачах математического моделирования.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Имеет представление о моделях описывающих рассматриваемую задачу. Допускает незначительные неточности при статистической обработке результатов экспериментов.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Имеет представление о моделях описывающих рассматриваемую задачу. Допускает незначительные неточности при статистической обработке результатов экспериментов. Имеет представление о методах оптимизации в задачах математического моделирования.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Умеет выбирать модель, соответствующую рассматриваемой задаче. Может провести статистическую обработку результатов экспериментов и провести визуализацию полученных результатов. Владеет методами оптимизации в задачах математического моделирования.</p>

**Оценочные средства**  
схема доставки Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники</p>	<p>Язык программирования MATLAB в решении задач математического моделирования. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Владение пакетом математического моделирования MATRLAB</p>
<p><b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники</p>	<p>Атомно-силовая микроскопия (АСМ). <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Принципы работы атомно-силовой микроскопии</p>
<p><b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники</p>	<p>Математическое моделирование и исследование фрактальных и мультифрактальных объектов. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Статистические модели и обработка результатов экспериментов. Оптимизация в задачах математического моделирования. Математическое моделирование и исследование фрактальных и мультифрактальных объектов.</p>

## Спецификация мероприятий текущего контроля

### Язык программирования MATLAB в решении задач математического моделирования.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Линейные и нелинейные модели. Аналогия. Вычислительный эксперимент.	10
Аппроксимация и оптимизация с использованием системы MATLAB.	10
Решения дифференциальных уравнений в системе MATLAB.	10

### Атомно-силовая микроскопия (АСМ).

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Контактный и колебательный режимы работы зондового микроскопа. Упругие модели контактных взаимодействий.	10
Модель колебаний стержня распределенной массы в вязкой среде.	10
Модель вынужденных колебаний массы на пружине в вязкой среде.	10

### Математическое моделирование и исследование фрактальных и мультифрактальных объектов.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Аппроксимация и оптимизация с использованием системы MATLAB.	10
Необходимые условия существования мультифрактала.	10
Простейшие механические модели Максвелла и Кельвина-Фойгта.	10
Метод Нелдера-Мида.	10

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физики твердого тела**

Авторы-составители: **Волынец Анатолий Борисович**

Рабочая программа дисциплины

**МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФОТОННЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ**

Код УМК 85289

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №1  
от «15» сентября 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016

## **1. Наименование дисциплины**

Методы моделирования фотонных интегральных схем

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Физический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( К.А.Гаврилов )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Методы моделирования фотонных интегральных схем** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ПК.3** готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники

**ПК.8** способность проектировать элементы и приборы nano- и микросистемной техники с использованием типовых пакетов прикладных программ с учетом заданных требований

#### 4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	2
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	48
Проведение лекционных занятий	0
Проведение практических занятий, семинаров	0
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	48
Самостоятельная работа (ак.час.)	96
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (6)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (2 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоя- тельная работа
		лекции	лаборатор- ные занятия	практичес- кие занятия	
<b>2 триместр</b>	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>96</b>
Часть 1. Методы численное моделирование. Вопросы точности.	27	0	9	0	18
Часть 2. Обзор методов моделирования оптических систем	27	0	9	0	18
Часть 3. Практика	90	0	30	0	60

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Часть 1. Методы численного моделирования. Вопросы точности.**

Рассматриваются общие вопросы численного моделирования. Обзор разностных методов решения дифференциальных уравнений. Сходимость и устойчивость численных методов. Оценка погрешности численных методов.

### **Часть 2. Обзор методов моделирования оптических систем**

Рассматриваются вопросы применения численных методов к решению задач фотоники и интегральной оптики. Математические основы, особенности и ограничения в применимости для метода распространяющегося луча и метода конечных разностей во временной области применительно к задачам фотоники. Обзор САПР на основе этих методов.

### **Часть 3. Практика**

Обучение работе с САПР OptiFDTD на примере задач по моделированию канальных волноводов, Y-разветвителей, кольцевых резонаторов и других элементов интегрально оптических схем.



## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Ашихмин В. Н. Введение в математическое моделирование: Учебное пособие/Ашихмин В. Н.- Москва:Логос,2004, ISBN 5-94010-272-7.-439.
2. Нанотехнологии в электронике. Выпуск 2. Учебно-методическое пособие.- Москва:Техносфера,2013. Нанотехнологии в электронике. Выпуск 2/Артамонова Е. А..-2013.-688, ISBN 978-5-94836-353-0
3. Архипкин В. Г. Фотонные кристаллы и нанокompозиты. Структурообразование, оптические и диэлектрические свойства/Архипкин В. Г..-Новосибирск:Сибирское отделение РАН,2009, ISBN 978-5-7692-1096-9.-257.
4. Самарский А. А. Введение в численные методы: учеб. пособие для вузов/Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова.-СПб.:Лань,2005, ISBN 5-8114-0602-9.-288.-Библиогр.: с. 281

### Дополнительная:

1. Моделирование и разработка интегральных структур микроселектронных устройств:Сб. науч. тр./АН УССР, Науч. совет по проб. "Кибернетика", Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова; Редкол.: С. Б. Погребенский (отв. ред.) и др..-Киев, 1986.-89.-Библиогр. в конце ст.
2. Проектирование многофункциональных интегральных схем/В. П. Молчанов [и др.].- Киев:Техника, 1984.-143.
3. Проектирование интегральных устройств СВЧ: справочник/Ю. Г. Ефремов.-Киев:Техника, 1990, ISBN 5-335-00578-5.-159.-Библиогр.: с. 152-158

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Методы моделирования фотонных интегральных схем** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Программный пакет OptiFDTD, который находится в свободном доступе.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Маркерная доска, мультимедийный проектор, экран.

**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Методы моделирования фотонных интегральных схем**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники</p>	<p>Владеть методами численного моделирования для расчета параметров интегрально-оптических систем. Уметь подбирать метод численного решения подходящий для той или иной задачи.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не знает методов численного решения: метода конечных разностей и метода распространяющегося луча. Не владеет вопросами точности, сходимости результатов. Не умеет моделировать различные компоненты микро- и наносистемной техники.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Знает методы численного решения: метод конечных разностей и метод распространяющегося луча. Слабо владеет вопросами точности, сходимости результатов. Существенные пробелы в знаниях при моделировании различных компонентов микро- и наносистемной техники.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает методы численного решения: метод конечных разностей и метод распространяющегося луча. Владеет вопросами точности, сходимости результатов. Имеет отдельные пробелы в знаниях при моделировании различных компонентов микро- и наносистемной техники.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Знает методы численного решения: метод конечных разностей и метод распространяющегося луча. Владеет вопросами точности, сходимости результатов. Умеет моделировать различные компоненты микро- и наносистемной техники.</p>
<p><b>ПК.8</b> способность проектировать элементы и приборы нано- и</p>	<p>Знать основные формулы и соотношения, позволяющие перейти от решения дифференциальных уравнений к арифметическим.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не знает методов численного решения: метода конечных разностей и метода распространяющегося луча. Не владеет вопросами точности, сходимости</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>микросистемной техники с использованием типовых пакетов прикладных программ с учетом заданных требований</p>		<p><b>Неудовлетворительно</b> результатов. Не умеет моделировать различные компоненты микро- и наносистемной техники.</p> <p><b>Удовлетворительно</b> Знает методы численного решения: метод конечных разностей и метод распространяющегося луча. Слабо владеет вопросами точности, сходимости результатов. Существенные пробелы в знаниях при моделировании различных компонентов микро- и наносистемной техники.</p> <p><b>Хорошо</b> Знает методы численного решения: метод конечных разностей и метод распространяющегося луча. Владеет вопросами точности, сходимости результатов. Имеет отдельные пробелы в знаниях при моделировании различных компонентов микро- и наносистемной техники.</p> <p><b>Отлично</b> Знает методы численного решения: метод конечных разностей и метод распространяющегося луча. Владеет вопросами точности, сходимости результатов. Умеет моделировать различные компоненты микро- и наносистемной техники.</p>

**Оценочные средства**  
схема доставки Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.8</b> способность проектировать элементы и приборы нано- и микросистемной техники с использованием типовых пакетов прикладных программ с учетом заданных требований	Часть 1. Методы численного моделирование. Вопросы точности. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Основы численного моделирования. Вопросы точности, сходимости, постановка задачи.
<b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники	Часть 2. Обзор методов моделирования оптических систем <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Методы численного решения типовых задач. Применение метода конечных разностей для моделирования компонентов микро- и наносистемной техники.
<b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники	Часть 3. Практика <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение моделировать различные компоненты интегральной оптики и микросистемной техники

**Спецификация мероприятий текущего контроля**

**Часть 1. Методы численного моделирование. Вопросы точности.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**  
 Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знания о повышении точности при проектировании микро- и наносистем.	10
Умение анализировать сходимость численных схем и корректность постановки задачи моделирования.	10
Знания фундаментальных и технологических факторов, ограничивающих точность при моделировании.	10

### **Часть 2. Обзор методов моделирования оптических систем**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**  
 Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Метод распространяющегося луча	15
Метод конечных разностей во временной области	15

### **Часть 3. Практика**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **6 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**  
 Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Моделирование ввода и вывода излучения.	5
Моделирование дефектов оптических волноводов.	5
Моделирование канального волновода: расчет числа мод.	5
Моделирование фотонных кристаллов.	5
Моделирование нелинейных элементов.	5
Моделирование планарного волновода.	5
Моделирование рупорных переходов.	5
Моделирование кольцевого оптического резонатора.	5

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**

Авторы-составители: **Федоренко Андрей Анатольевич**  
**Лунегов Игорь Владимирович**

Рабочая программа дисциплины

**МЕТОДЫ РАДИОФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**

Код УМК 85291

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №6  
от «27» июня 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016



## 1. Наименование дисциплины

Методы радиофизических измерений

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Физический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( К.А.Гаврилов )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Методы радиофизических измерений** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ПК.1** готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение лекционных занятий</b>	12
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	0
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	36
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	96
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (4 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>4 триместр</b>	<b>144</b>	<b>12</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>96</b>
Методы радиофизических измерений.Первый семестр	144	12	36	0	96
1. Введение. Основные вопросы метрологии. Классификация средств измерений. Погрешности измерений. Классы точности приборов.	24	2	6	0	16
2. Измерение напряжений, силы электрического тока и ЭДС.Цифровые вольтметры. АЦП.	24	2	6	0	16
3. Измерение сопротивлений, параметров катушек индуктивности, конденсаторов.	24	2	6	0	16
4. Осциллографирование сигналов. Принцип действия осциллографа.Использование различных режимов синхронизации при	24	2	6	0	16

Наименование тем и разделов	Всего ак. час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
осциллографировании сигналов.					
5. Исследование параметров четырехполюсников.	24	2	6	0	16
6. Спектральные характеристики сигналов.	24	2	6	0	16

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### **Методы радиофизических измерений. Первый семестр**

Дисциплина "Методы радиофизических измерений" является профессионального цикла дисциплин подготовки студентов физического факультета. Дисциплина нацелена на формирование способности к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности. Дисциплина формирует профессиональные компетенции: способностью применять на практике базовые профессиональные навыки; способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры и оборудования; способностью использовать основные методы радиофизических измерений.

В дисциплине рассматриваются методы измерения физических величин, структурные схемы измерительных установок и схемотехнические решения отдельных узлов измерительных приборов. Описаны методы оценки погрешностей измерений. Уделено внимание практическому использованию измерительной техники.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

входной контроль в форме устного опроса;

рубежный контроль в форме защиты лабораторных работ.

Аттестация по усвоению содержания дисциплины проводится в форме курсового экзамена. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

### **1. Введение. Основные вопросы метрологии. Классификация средств измерений.**

#### **Погрешности измерений. Классы точности приборов.**

Основные вопросы метрологии. Вопросы, связанные с влиянием метрологических инструментов на объект измерений. Влияние внешних условий и соблюдения правил эксплуатации на показания измерительных приборов.

Классификация средств измерений. Эталон. Вторичный эталон. Мера. Измерительный прибор.

Измерительный комплекс.

Погрешности измерений. Абсолютные и относительные погрешности. Систематические и случайные ошибки.

Классы точности приборов.

### **2. Измерение напряжений, силы электрического тока и ЭДС. Цифровые вольтметры. АЦП.**

Методы измерений постоянных напряжений, токов и ЭДС. Преобразователи переменного напряжения: детекторы пикового, среднего выпрямленного и действующего значений. Компенсационный метод измерения на постоянном токе. Компенсационный метод измерения на переменном токе. Принцип действия цифрового вольтметра. Время-импульсные и частото-импульсные преобразователи.

Преобразователи двойного интегрирования. Погрешности при измерениях напряжения, тока и ЭДС.

### **3. Измерение сопротивлений, параметров катушек индуктивности, конденсаторов.**

Методы измерения электрического сопротивления. Методы измерения индуктивностей и ёмкостей.

Схемы замещения катушек индуктивности и электрических конденсаторов. Мостовые методы измерения.

### **4. Осциллографирование сигналов. Принцип действия осциллографа. Использование различных режимов синхронизации при осциллографировании сигналов.**

Электронно-лучевая трубка. Электронный осциллограф. Структурная электрическая схема. Назначение органов управления. Виды разверток и способы синхронизации. Методы измерений с помощью электронного осциллографа. Частотный диапазон осциллографа и расширение частотного диапазона.

### **5. Исследование параметров четырехполюсников.**

Методы исследования АЧХ и ФЧХ линейных четырёхполюсников. Автоматизированные измерительные комплексы для исследования АЧХ. Измерение АЧХ с помощью генератора белого шума и анализатора спектра. Измерение волнового сопротивления длинной линии с помощью прибора Х1-47.

### **6. Спектральные характеристики сигналов.**

Спектральные характеристики сигналов. Коэффициент гармоник. Спектр периодических сигналов. Спектральная плотность непериодических сигналов. Мгновенный и текущий спектр и их связь со спектральной плотностью сигналов..

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Астайкин А.И. Метрология и радиоизмерения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Астайкин А.И., Помазков А.П., Щербак Ю.П.— Электрон. текстовые данные.— Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2010.— 405 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18440>.— ЭБС «IPRbooks»

### Дополнительная:

1. Боридько С. И. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Учебное пособие/Боридько С. И.-Москва:Горячая линия - Телеком,2012, ISBN 978-5-9912-0245-9.-360.

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Методы радиофизических измерений** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: Информационные технологии во время проведения аудиторных занятий не используются

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Оборудование учебной лаборатории, для проведения лабораторного практикума:

1.Лабораторные источники питания Б5-7, Б5-8, Matrix MPS-6003LK-1., Сенераторы сигналов AM-300, GFG3015, ГЗ-118, цифровые вольтметры M3500A, селективные микровольтметры Unipan-232B, B6-9, Частотомеры ЧЗ-85, Измеритель нелинейных искажений Сб-5,Осциллографы Instek-GDS2102, Анализаторы спектра Agilent E4402B? LigNex1 NS-30, Измеритель LCR-821, Прибор для исследования АЧХ X1-47, Установка для поверки вольтметров В1-12.

**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Методы радиофизических измерений**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<p>В результате освоения курса студент должен:</p> <p>Знать методы радиофизических измерений, функциональные схемы измерительных приборов, правила эксплуатации измерительной техники, правила техники безопасности.</p> <p>Уметь использовать стандартные измерительные приборы и другие метрологические средства</p> <p>Владеть методами организации физического эксперимента и приёмами математической обработки результатов измерений:</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>ставится в том случае, когда студент обнаруживает незнание большей части программного материала, отвечает, как правило, лишь на наводящие вопросы преподавателя неуверенно. В письменных работах допускает частые и грубые ошибки, а также ставится в том случае, когда студент обнаруживает полное незнание пройденного учебного материала.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>ставится в том случае, когда студент обнаруживает знание основного программного учебного материала. При применении знаний на практике испытывает некоторые затруднения и преодолевает их с небольшой помощью преподавателя. В устных ответах допускает ошибки при изложении материала и в построении речи. В письменных работах делает ошибки.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>ставится в том случае, когда студент знает весь требуемый программой материал, хорошо понимает и прочно усвоил его. На вопросы (в пределах программы) отвечает без затруднений. Умеет применять полученные знания в практических заданиях. В письменных работах допускает только незначительные ошибки.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>ставится в том случае, когда студент исчерпывающе знает весь программный материал, отлично понимает и прочно усвоил его. На вопросы (в пределах программы) дает правильные, сознательные и уверенные ответы. В различных практических заданиях умеет самостоятельно пользоваться полученными знаниями.</p>

**Оценочные средства**  
схема доставки Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<p>2. Измерение напряжений, силы электрического тока и ЭДС. Цифровые вольтметры. АЦП. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Методы измерения постоянных напряжений и ЭДС. Методы измерения силы электрического тока. Поверка вольтметров. Время-импульсные преобразователи. Детекторы среднего выпрямленного, действующего и пикового значений. Измерение несинусоидальных напряжений. Компенсационный метод измерений.</p>
<p><b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<p>4. Осциллографирование сигналов. Принцип действия осциллографа. Использование различных режимов синхронизации при осциллографировании сигналов. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Принцип действия электронной лучевой трубки. принцип действия электронного осциллографа. Различные виды развёртки и методы синхронизации исследуемого сигнала. структурная схема осциллографа.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	6. Спектральные характеристики сигналов. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Спектральные характеристики сигналов. Спектр периодического сигнала. Мгновенный текущий спектры и их связь со спектральной плотностью сигналов. Измерение коэффициента гармоник сигналов и коэффициента нелинейных искажений усилителя.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### 2. Измерение напряжений, силы электрического тока и ЭДС. Цифровые вольтметры. АЦП.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Отчет по 1 лабораторной работе и ответы на контрольные вопросы.	10
Отчет по 2 лабораторной работе и ответы на контрольные вопросы.	10
Выполнение 2 лабораторной работы.	5
Выполнение 1 лабораторной работы.	5

#### 4. Осциллографирование сигналов. Принцип действия осциллографа. Использование различных режимов синхронизации при осциллографировании сигналов.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Отчет по 3 лабораторной работе и ответы на контрольные вопросы.	10
Отчет по 4 лабораторной работе и ответы на контрольные вопросы.	10
Выполнение 4 лабораторной работы.	5
Выполнение 3 лабораторной работы.	5

#### 6. Спектральные характеристики сигналов.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Ответы на 1 вопрос экзаменационного билета	15
Ответы на 2 вопрос экзаменационного билета	15
Выполнение и отчет по 5 лабораторной работе	10

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физики твердого тела**

Авторы-составители: **Волынцев Анатолий Борисович**  
**Пономарев Роман Сергеевич**

Рабочая программа дисциплины

**МИКРО- И НАНОСИСТЕМЫ В ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИЯХ**

Код УМК 87747

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №1  
от «15» сентября 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016

## **1. Наименование дисциплины**

Микро- и наносистемы в технике и технологиях

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в базовую часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Физический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( К.А.Гаврилов )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Микро- и наносистемы в технике и технологиях** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ОПК.4** способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области



#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	1
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение лекционных занятий</b>	24
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	96
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (1 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>1 триместр</b>	<b>144</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>96</b>
Раздел 1. Пьезопозиционеры, простые и линейные трансляторы.	48	8	0	8	32
Раздел 2. Оптические микросистемы: волноводы, делители, модуляторы	48	8	0	8	32
Раздел 3. Методы сборки фотонных интегральных схем	48	8	0	8	32

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Раздел 1. Пьезопозиционеры, простые и линейные трансляторы.**

Прямой и обратный пьезоэффект. Пьезоэлектрики: кристаллическая решетка пьезоэлектриков, поведение во внешнем электрическом поле. Пьезоэлектрические материалы. Однокристалльные и сборные пьезотрансляторы. Условия применения пьезотрансляторов: диапазон напряжений, температура, давление. Циклическое поведение пьезокристаллов. Факторы, определяющие погрешность работы пьезопозиционеров. Линейные пьезотрансляторы. Применение линейных пьезотрансляторов для прецизионного позиционирования деталей в МНСТ. Существующие производители, классы и модели пьезотрансляторов.

Методы сборки и использования пьезотрансляторов. Управляющая электроника.

### **Раздел 2. Оптические микросистемы: волноводы, делители, модуляторы**

Оптические волноводы в кристаллах и стеклах. Методы формирования волноводов: протонный обмен, ионный обмен, пучковые методы, лазерные методы. Оптические волоконные и интегральные делители. Управляемые делители и аттенюаторы.

### **Раздел 3. Методы сборки фотонных интегральных схем**

Методы фиксации оптических деталей: вакуум, пневматические держатели, механические держатели, электромагнитные держатели, пьезодержатели. Методы соединения деталей МНСТ: клеевое соединение, соединение на оптический контакт. Источники ультрафиолета в МНСТ. Факторы надежности микро- и наносистем

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Физико-технические основы микро- и наноустройств: Учебное пособие/сост.: И. Н. Еремина, А. Г. Саноян.- Самара: РЕАВИЗ, 2010.- 60.

### Дополнительная:

1. Микроэлектроника. Учеб. пособие для вузов: В 9 кн./Под ред. Л. А. Коледова. Кн. 4. Гибридные интегральные микросхемы.- М.: Высш. шк., 1987.- 95.- Библиогр.: с. 94

2. Микро- и наноэлектроника в системах радиолокации: монография/Ю. В. Гуляев [и др.].- М.: Радиотехника, 2013, ISBN 978-5-88070-377-7.- 4761.- Библиогр. в конце глав.

3. Пьезоэлектрические материалы и преобразователи. Вып. 7.- Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского университета, 1988.- 127

4. Азанова И. С., Шевцов Д. И. Физические свойства и структура волоконно-оптических систем: учебно-методическое пособие/И. С. Азанова, Д. И. Шевцов.- Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-1918-4.- 1.

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Микро- и наносистемы в технике и технологиях** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Для проектирования пьезоэлектрических актюаторов используются бесплатные САД-системы типа FreeCAD.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения практических занятий требуются пьезоэлектрические стэки или кристаллы, источники питания с выходным напряжением до 200 В, установка для сварки оптических волокон, низковакуумный насос, установка для стыковки интегрально-оптических кристаллов и оптических волокон, источники излучения на длине волны 670 и 1550 нм, фотоприемные модули на эти же длины волн, электронный осциллограф

**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Микро- и наносистемы в технике и технологиях**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.4</b> способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области</p>	<p>Имеет базовые знания по оптике. Владеет методами сборки фотонных интегральных схем. Знает методы создания оптических волноводов. Знает основы по пьезоэлектричеству и пьезокристаллам. Умеет работать с пьезотрансляторами.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не знает основных принципов работы пьезоэлектрических позиционеров, методов формирования оптических волноводов, методов сборки фотонных интегральных схем</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Знает основные принципов работы пьезоэлектрических позиционеров, знает основные ограничения по величине подаваемых сигналов и нагрузки. Понимает суть процесса формирования волноводов, знаком с методами формирования волноводов и методами их тестирования. Знает основные особенности процесса сборки фотонных интегральных схем и основные принципы данного процесса, способен указать на основные источники погрешности при проведении сборочных операций.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает основные принципов работы пьезоэлектрических позиционеров, знает основные ограничения по величине подаваемых сигналов и нагрузки, владеет методами подключения позиционера к источнику напряжения и управления. Понимает суть процесса формирования волноводов, знаком с методами формирования волноводов и методами их тестирования, может применять на практике методы формирования волноводов, включая испытания полученных образцов. Знает основные особенности процесса сборки фотонных интегральных схем и основные принципы данного процесса, способен указать на основные источники погрешности при проведении сборочных операций, способен собрать фотонную интегральную</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>схему, пригодную для проведения испытаний.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает основные принципы работы пьезоэлектрических позиционеров, знает основные ограничения по величине подаваемых сигналов и нагрузки, владеет методами подключения позиционера к источнику напряжения и управления, способен применять позиционеры в практической профессиональной деятельности. Понимает суть процесса формирования волноводов, знаком с методами формирования волноводов и методами их тестирования, может применять на практике методы формирования волноводов, включая испытания полученных образцов и коррекцию технологических режимов. Знает основные особенности процесса сборки фотонных интегральных схем и основные принципы данного процесса, способен указать на основные источники погрешности при проведении сборочных операций, способен собрать фотонную интегральную схему, пригодную для проведения испытаний, способен провести переналадку сборочной установки, учесть особенности волноводов фотонной интегральной схемы, выбрать тип и характеристики стыковочных модулей</p>

**Оценочные средства**  
схема доставки Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен**

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов : 100**

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОПК.4</b> способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	Раздел 1. Пьезопозиционеры, простые и линейные трансляторы. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знание основных принципов работы пьезоэлектрических позиционеров, знание основные ограничения по величине подаваемых сигналов и нагрузки, владение методами подключения позиционера к источнику напряжения и управления, способность применять позиционеры в практической профессиональной деятельности
<b>ОПК.4</b> способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	Раздел 2. Оптические микросистемы: волноводы, делители, модуляторы <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Основные методы формирования оптических волноводов в кристаллах и стеклах, способен применять их на практике в части формирования волноводов и исследования полученного результаты, а также коррекции процесса
<b>ОПК.4</b> способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	Раздел 3. Методы сборки фотонных интегральных схем <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Основные методы сборки фотонных интегральных схем, источники погрешности, операции тестирования

**Спецификация мероприятий текущего контроля**

**Раздел 1. Пьезопозиционеры, простые и линейные трансляторы.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**



Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Основные принципы работы пьезоэлектрических позиционеров	8
Основные ограничения по величине подаваемых сигналов и нагрузки	8
Методы подключения позиционера к источнику напряжения и управления	8
Применение позиционеров в практической профессиональной деятельности	6

## Раздел 2. Оптические микросистемы: волноводы, делители, модуляторы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Суть процесса формирования волноводов: локальное повышение показателя преломления, упруго-оптический эффект, искажения кристаллической решетки	8
Основные методы формирования волноводов: ионный обмен, протонный обмен, электростимулированная миграция ионов, пучковые и лазерные методы	8
Методы тестирования и метрологического обеспечения процесса формирования волноводов. Измерение оптических потерь, числовой апертуры, поляризационной экстинкции волноводов	8
Методы оптимизации технологического процесса формирования волноводов, выбор режимов, допустимые отклонения и диапазон внешних параметров	6

## Раздел 3. Методы сборки фотонных интегральных схем

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Испытания фотонных интегральных схем, исследование статических и динамических характеристик схемы, термоциклирование и нормализация.	11
Основные особенности процесса сборки фотонных интегральных схем и основные принципы данного процесса: стыковка с оптическим волокном, разварка электрических выводов, корпусирование	10
Основные источники погрешности при сборке фотонных интегральных схем: точность позиционеров, влияние температуры, тепловое расширение клея и его усадка в ходе полимеризации	10
Принципы выбора методов сборки фотонных интегральных схем: метод стыковки, тип и конструкция волоконного соединителя, выбор клея и способа полимеризации, выбор корпуса и методов корпусирования	9

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физики твердого тела**

Авторы-составители: **Волынец Анатолий Борисович**

Рабочая программа дисциплины  
**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕМИНАР**  
Код УМК 87753

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №1  
от «15» сентября 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016

## 1. Наименование дисциплины

Научно-исследовательский семинар

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в Блок « М.2 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Физический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( К.А.Гаврилов )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Научно-исследовательский семинар** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ОК.3** готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности

**ОПК.5** готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	2,3,4,5
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	8
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	288
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	48
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	240
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (12)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (2 триместр) Зачет (3 триместр) Зачет (4 триместр) Экзамен (5 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоя- тельная работа
		лекции	лаборатор- ные занятия	практичес- кие занятия	
<b>2 триместр</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>60</b>
Научно-исследовательский семинар. Триместр 2.	72	0	0	12	60
1. Рассмотрение различных вариантов тем магистерской диссертации	24	0	0	4	20
2. Актуальность выбранной темы магистерской диссертации	24	0	0	4	20
3. Представление отчета по НИР и его презентация	24	0	0	4	20
<b>3 триместр</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>60</b>
Научно-исследовательский семинар. Триместр 3.	72	0	0	12	60
1. Литературный обзор	24	0	0	4	20
2. Базы данных	24	0	0	4	20
3. Представление отчета по НИР и его презентация	24	0	0	4	20

Наименование тем и разделов	Всего ак. час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>4 триместр</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>60</b>
Научно-исследовательский семинар. Триместр 4.	72	0	0	12	60
1. Методы исследования	24	0	0	4	20
2. Ошибки при выполнении НИР	24	0	0	4	20
3. Представление отчета по НИР и его презентация	24	0	0	4	20
<b>5 триместр</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>60</b>
Научно-исследовательский семинар. Триместр 5.	72	0	0	12	60
1. Обсуждение результатов НИР	24	0	0	4	20
2. Достоверность полученных результатов НИР	24	0	0	4	20
3. Представление отчета по НИР и его презентация	24	0	0	4	20

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Научно-исследовательский семинар. Триместр 2.**

#### **1. Рассмотрение различных вариантов тем магистерской диссертации**

Обсуждение вероятных тем диссертационного исследования в соответствии с кафедральными планами научной работы. Научных приоритетов руководителя магистерской диссертации и выполнимости данных исследований на имеющейся материально-технической базе.

#### **2. Актуальность выбранной темы магистерской диссертации**

Окончательный выбор и утверждение темы магистерской диссертации. Сопоставление ожидаемого результата с мировым уровнем исследований, выполненных в области нанотехнологий и микросистемной техники. Обсуждение вероятного использования полученных результатов в интересах высокотехнологичных предприятий Пермского края.

#### **3. Представление отчета по НИР и его презентация**

Заслушивание докладов студентов по обоснованию выбора ими темы магистерских диссертаций по её актуальности, ожидаемому позитивному эффекту для предприятий Пермского края, ожидаемой новизне научных результатов и выполнимости с учетом имеющейся материально-технической базы. Представление отчетов студентов о прохождении ими научно-исследовательской работы.

### **Научно-исследовательский семинар. Триместр 3.**

#### **1. Литературный обзор**

Обсуждение литературных обзоров магистерских диссертаций студентов по выбранным темам. Конкретизация целей и задач диссертационного исследования на основе выполненного литературного обзора. Работа с российской и зарубежной литературой.

#### **2. Базы данных**

Обсуждение информации, полученной студентами на основе баз данных Web of Science, Scopus и др. Корректировка целей и задач магистерской диссертации на основе полученной дополнительной информации.

#### **3. Представление отчета по НИР и его презентация**

Заслушивание докладов студентов по их литературным обзорам и информации, полученной на основе различных баз данных для обоснования целей и задач их магистерских диссертаций. Представление отчетов студентов о прохождении ими научно-исследовательской работы.

### **Научно-исследовательский семинар. Триместр 4.**

#### **1. Методы исследования**

Обсуждение выбранных студентами теоретических и экспериментальных методов исследований по тематике их магистерских диссертаций. Обоснование эффективности выбранных методик исследования в плане получения ожидаемого научного результата.

#### **2. Ошибки при выполнении НИР**

Обсуждение возможных ошибок натурального и вычислительного экспериментов при выполнении студентами магистерских диссертаций. Анализ планируемых действий по устранению или минимизации возможных ошибок.

#### **3. Представление отчета по НИР и его презентация**

Заслушивание докладов студентов о выбранных ими экспериментальных и теоретических методах

исследования по теме их магистерских диссертаций и путях повышения степени достоверности результатов. Представление отчетов студентов о прохождении ими научно-исследовательской работы.

### **Научно-исследовательский семинар. Триместр 5.**

#### **1. Обсуждение результатов НИР**

Обсуждение первичных результатов, полученных студентами в ходе выполнения магистерских диссертаций. Сопоставление достигнутого результата с ожидаемым.

#### **2. Достоверность полученных результатов НИР**

Обсуждение степени достоверности полученных студентами теоретических и экспериментальных результатов. Обсуждение необходимости в проведении дополнительных натуральных и вычислительных экспериментов для уточнения полученных результатов.

#### **3. Представление отчета по НИР и его презентация**

Заслушивание докладов студентов о полученных ими экспериментальных и теоретических результатов при выполнении магистерских диссертаций, обсуждение их достоверности. Представление отчетов студентов о прохождении ими научно-исследовательской работы.



## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Общение в аспекте понимания. Книга 2.Сборник статей.-Москва:Московский городской педагогический университет,2012.Общение в аспекте понимания. Книга 2/Леонтьева Н. Н..-2012.-248
2. Общение в аспекте понимания. Книга 1.Сборник статей.-Москва:Московский городской педагогический университет,2012.Общение в аспекте понимания. Книга 1/Шаляпина З. М..-2012.-244

### Дополнительная:

1. Общение в науке:пособие для начинающих исследователей/С.-Петербург. гос. ун-т.-СПб.:Изд-во СПбГУ,2000.-52.
2. Семинар по вопросам теории и практики перевода научной и технической литературы, 4-й. Москва-Тбилиси, 1970:тезисы докладов.-Москва,1970.-46.
3. Азанова И. С.,Шевцов Д. И. Физические свойства и структура волоконно-оптических систем:учеб.-метод. пособие/И. С. Азанова, Д. И. Шевцов.-Пермь:Перм. гос. ун-т,2007, ISBN 5-7944-0960-6.-43.- Библиогр.: с. 42
4. Капица П. Л. Эксперимент, теория, практика : Статьи, выступления/П. Л. Капица ; ред.: А. С. Боровик-Романов, П. Е. Рубинов.-Москва:Наука,1974.-287.

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Научно-исследовательский семинар** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: Программные пакеты для оформления отчетов, презентаций к докладу - Microsoft Office (Excel, Word, Power Point, Acrobat Reader).

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Маркерная доска, проектор, экран, компьютер

**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Научно-исследовательский семинар**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ОК.3</b> готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности</p>	<p>Способность обобщать и критически оценивать результаты, полученные отечественными и зарубежными исследователями, выявлять перспективные направления, составлять программу исследований. Способность обосновывать актуальность и практическую значимость избранной темы научного исследования. Способность проводить самостоятельные исследования в соответствии с разработанной программой.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не умеет грамотно представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной научно-исследовательской работы. Не умеет репрезентативно оформлять презентацию своих научных результатов.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Не умеет достаточно четко докладывать и обоснованно защищать результаты выполненной научно-исследовательской работы. Презентация докладов не полно отражает их содержание. Готов к активному общению с коллегами в своей профессиональной сфере деятельности.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Умеет грамотно представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной научно-исследовательской работы. Презентация докладов не совсем полно отражает их содержание. Готов к активному общению с коллегами в своей профессиональной сфере деятельности.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Умеет грамотно представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной научно-исследовательской работы. Умеет репрезентативно оформлять презентацию своих научных результатов. Готов к активному общению с коллегами в своей профессиональной сфере деятельности.</p>
<p><b>ОПК.5</b> готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы</p>	<p>Способность представлять результаты проведенного исследования научному сообществу в виде статьи или доклада.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не умеет грамотно представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной научно-исследовательской работы. Не умеет репрезентативно оформлять презентацию своих научных результатов.</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Не умеет достаточно четко докладывать и обоснованно защищать результаты выполненной научно-исследовательской работы. Презентация докладов не полно отражает их содержание. Готов к активному общению с коллегами в своей профессиональной сфере деятельности.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Умеет грамотно представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной научно-исследовательской работы. Презентация докладов не совсем полно отражает их содержание. Готов к активному общению с коллегами в своей профессиональной сфере деятельности.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Умеет грамотно представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной научно-исследовательской работы. Умеет репрезентативно оформлять презентацию своих научных результатов. Готов к активному общению с коллегами в своей профессиональной сфере деятельности.</p>

**Оценочные средства**  
схема доставки Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОК.3</b> готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	1. Рассмотрение различных вариантов тем магистерской диссертации <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Понимание основного вектора диссертационного исследования. Осознание реальных возможностей имеющейся материально-технической базы для проведения намеченных исследований.
<b>ОК.3</b> готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	2. Актуальность выбранной темы магистерской диссертации <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Обоснованность окончательного выбора темы магистерской диссертации. Понимание возможных путей практического использования полученных результатов.
<b>ОПК.5</b> готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	3. Представление отчета по НИР и его презентация <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение донести до аудитории результаты выполненных НИР. Умение оформлять презентации докладов. Умение составлять письменные отчеты о результатах НИР.

**Спецификация мероприятий текущего контроля**

**1. Рассмотрение различных вариантов тем магистерской диссертации**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Осознание реальных возможностей имеющейся материально-технической базы для	15

проведения намеченных исследований.	
Понимание основного вектора диссертационного исследования.	15

## 2. Актуальность выбранной темы магистерской диссертации

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Понимание возможных путей практического использования полученных результатов.	15
Обоснованность окончательного выбора темы магистерской диссертации.	15

## 3. Представление отчета по НИР и его презентация

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Умение составлять письменные отчеты о результатах НИР.	20
Умение донести до аудитории результаты выполненных НИР.	10
Умение оформлять презентации докладов.	10

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОК.3</b> готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	1. Литературный обзор <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение составлять литературный обзор. Умение конкретизировать цели и задачи диссертационного исследования на основе результатов полученных ранее другими исследователями.

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОК.3</b> готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	2. Базы данных <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение работать с базами данных, включая получение информации на иностранных языках. Умение корректировать цели и задачи своих исследований.
<b>ОПК.5</b> готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	3. Представление отчета по НИР и его презентация <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение донести до аудитории результаты выполненных НИР. Умение оформлять презентации докладов. Умение составлять письменные отчеты о результатах НИР.

## Спецификация мероприятий текущего контроля

### 1. Литературный обзор

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Поиск литературы	10
Умение конкретизировать цели и задачи диссертационного исследования на основе результатов полученных ранее другими исследователями.	10
Умение составлять литературный обзор.	10

### 2. Базы данных

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Умение корректировать цели и задачи своих исследований.	15
Умение работать с базами данных, включая получение информации на иностранных языках.	15

### 3. Представление отчета по НИР и его презентация

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Умение составлять письменные отчеты о результатах НИР.	20



Умение донести до аудитории результаты выполненных НИР.	10
Умение оформлять презентации докладов.	10

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОК.3</b> готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	1. Методы исследования <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение выбирать с учетом имеющихся технических возможностей теоретические и экспериментальные методы исследований по тематике своей магистерской диссертации. Умение обосновывать эффективность и целесообразность выбранных методов исследования для получения ожидаемого научного результата.
<b>ОК.3</b> готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	2. Ошибки при выполнении НИР <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение адекватно оценивать возможные ошибки при проведении натурного и вычислительного экспериментов. Умение планировать действия, направленные на устранение или минимизацию возможных ошибок.
<b>ОПК.5</b> готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	3. Представление отчета по НИР и его презентация <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение донести до аудитории результаты выполненных НИР. Умение оформлять презентации докладов. Умение составлять письменные отчеты о результатах НИР.

## Спецификация мероприятий текущего контроля

### 1. Методы исследования

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: 13

Показатели оценивания	Баллы
Умение обосновывать эффективность и целесообразность выбранных методов исследования для получения ожидаемого научного результата.	15
Умение выбирать с учетом имеющихся технических возможностей теоретические и экспериментальные методы исследований по тематике своей магистерской диссертации.	15

## 2. Ошибки при выполнении НИР

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: 1 часа

Условия проведения мероприятия: в часы аудиторной работы

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: 30

Проходной балл: 13

Показатели оценивания	Баллы
Умение планировать действия, направленные на устранение или минимизацию возможных ошибок.	15
Умение адекватно оценивать возможные ошибки при проведении натурального и вычислительного экспериментов.	15

## 3. Представление отчета по НИР и его презентация

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: 1 часа

Условия проведения мероприятия: в часы аудиторной работы

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: 40

Проходной балл: 17

Показатели оценивания	Баллы
Умение составлять письменные отчеты о результатах НИР.	20
Умение донести до аудитории результаты выполненных НИР.	10
Умение оформлять презентации докладов.	10

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
-------------	-------------------------------	--

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОК.3</b> готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	1. Обсуждение результатов НИР <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение репрезентативно представлять первичные результаты. Умение адекватно сопоставлять достигнутые результаты с ожидаемыми.
<b>ОК.3</b> готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	2. Достоверность полученных результатов НИР <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение правильно оценивать степень достоверности теоретических и экспериментальных результатов. Умение оценить необходимость проведения дополнительных натуральных и вычислительных экспериментов для уточнения полученных результатов НИР.
<b>ОПК.5</b> готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	3. Представление отчета по НИР и его презентация <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение донести до аудитории результаты выполненных НИР. Умение оформлять презентации докладов. Умение составлять письменные отчеты о результатах НИР.

## **Спецификация мероприятий текущего контроля**

### **1. Обсуждение результатов НИР**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Умение адекватно сопоставлять достигнутые результаты с ожидаемыми.	15
Умение репрезентативно представлять первичные результаты.	15

### **2. Достоверность полученных результатов НИР**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Умение оценить необходимость проведения дополнительных натуральных и вычислительных экспериментов для уточнения полученных результатов НИР.	15
Умение правильно оценивать степень достоверности теоретических и экспериментальных результатов.	15

### **3. Представление отчета по НИР и его презентация**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Умение составлять письменные отчеты о результатах НИР.	20
Умение донести до аудитории результаты выполненных НИР.	10
Умение оформлять презентации докладов.	10

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физики твердого тела**

Авторы-составители: **Волынец Анатолий Борисович**

Рабочая программа дисциплины

**ПЛАЗМО-ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕМЕНТОВ  
МИКРО- И НАНОСИСТЕМНОЙ ТЕХНИКИ**

Код УМК 85379

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №1  
от «15» сентября 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016

## **1. Наименование дисциплины**

Плазмо-химические технологии производства элементов микро- и наносистемной техники

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Физический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( К.А.Гаврилов )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Плазмо-химические технологии производства элементов микро- и наносистемной техники** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ПК.2** готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение лекционных занятий</b>	24
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	96
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (6)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (4 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>4 триместр</b>	<b>144</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>96</b>
Раздел 1. Вакуумная техника и технологии	21	4	0	2	15
1. Общие понятия о вакууме. Давление и концентрация частиц. Механизмы теплопередачи в вакууме.	21	4	0	2	15
Раздел 2. Физико-химические свойства низкотемпературной плазмы	21	4	0	2	15
Раздел 3. Электрический разряд в газе	21	4	0	2	15
Раздел 4. Методы контроля параметров плазмы	19	4	0	0	15
Раздел 5. Процессы взаимодействия плазмы с поверхностью	19	4	0	0	15
Раздел 6. Принципы и технологии формирования и обработки материалов в плазме	43	4	0	18	21



## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Раздел 1. Вакуумная техника и технологии**

**1. Общие понятия о вакууме. Давление и концентрация частиц. Механизмы теплопередачи в вакууме.**

Поведение материалов при низких давлениях. Формула Кнудсена-Герца. Равновесное давление паров для чистых элементов. Вакуумная арматура. Откачные системы. Методы регулирования давления и состава атмосферы в вакуумной камере. Метрология в вакуумной технике. Методы измерения давления. Методы измерения расходов газов.

### **Раздел 2. Физико-химические свойства низкотемпературной плазмы**

Основные понятия о плазме. Виды плазмы. Физические свойства плазмы. Квазинейтральность, дебаевский радиус, плазменная частота, плазменный параметр, плотность и температура плазмы. Элементарные процессы под действием электронного удара. Энергетические распределения электронов и ионов. Распределение Максвелла и Дрювестейна. Сечение процесса. Пороговая энергия. Дрейфовое движение электронов и ионов. Диффузия заряженных частиц. Свободная и амбиполярная диффузия. Плавающий потенциал. Кинетика и концентрации частиц. Уравнение непрерывности.

### **Раздел 3. Электрический разряд в газе**

Несамостоятельный и самостоятельный разряд. Основные виды самостоятельных разрядов в газе. Тлеющий, дуговой, искровой и коронный разряд. Тлеющий разряд постоянного тока. Периодические разряды. Высокочастотный емкостной и индукционный разряд. СВЧ-разряд. Эффективное поле.

### **Раздел 4. Методы контроля параметров плазмы**

Метод зондов Ленгмюра. Оптические методы. Масс-спектрометрия. Диагностика плазмы по ее электрофизическим параметрам.

### **Раздел 5. Процессы взаимодействия плазмы с поверхностью**

Виды взаимодействий активных частиц плазмы с поверхностью. Физические процессы при ионном распылении поверхности. Химические реакции в условиях низкотемпературной плазмы. Кинетика взаимодействия химически активных частиц с поверхностью. Связь параметров плазмы с процессами на поверхности.

### **Раздел 6. Принципы и технологии формирования и обработки материалов в плазме**

Распыление и ионное травление материалов. Диодное, триодное и магнетронное распыление. Распыление на постоянном токе, среднечастотное распыление, ВЧ-распыление. Применение ионных источников для обработки материалов. Холловский ионный источник, источник Кауфмана, ионный источник с замкнутым дрейфом электронов. Плазмохимическое травление материалов. Рабочие газы. Параметры, характеризующие процесс плазменного травления. Основные методики с применением емкостно-связанной, индуктивно-связанной плазмы и магнетронного разряда. Реактивное ионное травление. Bosh-процесс. Плазмохимическое осаждение материалов. Исходные реагенты. Основные методики с применением емкостно-связанной, индуктивно-связанной плазмы и магнетронного разряда.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. Том 2. Монография.-Москва: Техносфера, 2011. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. Том 2/Суминов И. В..-2011.-512, ISBN 978-5-94836-268-7
2. Мартыненко Ю.В. Плазменная нанотехнология [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мартыненко Ю.В., Скворода А.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский университет дружбы народов, 2010.— 112 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11439>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. Том 1. Монография.-Москва: Техносфера, 2011. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. Том 1/Суминов И. В..-2011.-464, ISBN 978-5-94836-267-0

### Дополнительная:

1. Данилин Борис Степанович Применение низкотемпературной плазмы для нанесения тонких пленок/Борис Степанович Данилин.-М.: Энергоатомиздат, 1989, ISBN 5-283-03939-0.-327.- Библиогр.:с.316-324
2. Основы физики плазмы. в 2 томах/под ред.: А. А. Галева, Р. Судана. Т. 1.- Москва: Энергоатомиздат, 1983.-641
3. Райзер Юрий Петрович Физика газового разряда/Юрий Петрович Райзер.-М.: Наука, 1992, ISBN 5-02-014615-3.-535.-Библиогр.:с.528-534
4. Данилин Борис Степанович Вакуумная техника в производстве интегральных схем/Под общ.ред.Р.А.Нилендера.-М.: Энергия, 1972.-256.-Библиогр.:с.245-254

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Плазмо-химические технологии производства элементов микро- и наносистемной техники** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Офисный пакет Microsoft Office

Построение графиков: Surfer и Grapher

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Установка плазмохимического травления и осаждения широкого спектра материалов ЭТНА-100, ультразвуковая ванна для очистки образцов, набор пинцетов, установка напыления sc7620 sputter coater, оптический инвертированный микроскоп Axiovert A1 фирмы «ZEISS»

**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Плазмо-химические технологии производства элементов микро- и наносистемной техники**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.2</b> готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты</p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b> физико-химические основы процессов обработки и получения материалов методами вакуумно-плазменных технологий. <b>УМЕТЬ:</b> прогнозировать возможность создания материалов, используя заданные критерии, методами вакуумно-плазменных технологий; анализировать результаты технологических процессов обработки и получения материалов. <b>ВЛАДЕТЬ:</b> основным понятийным аппаратом вакуумно-плазменных технологий; технологическими приемами обработки и получения материалов методами вакуумно-плазменных технологий.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не знает физико-химические основы процессов обработки и получения материалов методами вакуумно-плазменных технологий. Не умеет прогнозировать возможность создания материалов, используя заданные критерии, методами вакуумно-плазменных технологий; анализировать результаты технологических процессов обработки и получения материалов. Демонстрирует отсутствие навыков владения основным понятийным аппаратом вакуумно-плазменных технологий; технологическими приемами обработки и получения материалов методами вакуумно-плазменных технологий</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания физико-химические основы процессов обработки и получения материалов методами вакуумно-плазменных технологий. Демонстрирует не полное владение основным понятийным аппаратом вакуумно-плазменных технологий; технологическими приемами обработки и получения материалов методами вакуумно-плазменных технологий.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о физико-химических основах процессов обработки и получения материалов методами вакуумно-плазменных технологий. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение прогнозировать возможность создания материалов, используя заданные критерии,</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>методами вакуумно-плазменных технологий; анализировать результаты технологических процессов обработки и получения материалов</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированные систематические знания о физико-химических основах процессов обработки и получения материалов методами вакуумно-плазменных технологий. Отличное умение прогнозировать возможность создания материалов, используя заданные критерии, методами вакуумно-плазменных технологий; анализировать результаты технологических процессов обработки и получения материалов. Владение понятийным аппаратом вакуумно-плазменных технологий; технологическими приемами обработки и получения материалов методами вакуумно-плазменных технологий.</p>

**Оценочные средства**  
схема доставки Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.2</b> готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты	1. Общие понятия о вакууме. Давление и концентрация частиц. Механизмы теплопередачи в вакууме. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знать основные понятия и принципы вакуумной техники и технологий. Знать физико-химические свойства низкотемпературной плазмы.
<b>ПК.2</b> готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты	Раздел 2. Физико-химические свойства низкотемпературной плазмы <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знать основные виды электрических разрядов в газе и их свойства в зависимости от внешних параметров. Уметь диагностировать параметры плазмы. Знать процессы взаимодействия плазмы с поверхностью.
<b>ПК.2</b> готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты	Раздел 3. Электрический разряд в газе <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знать и владеть основными принципами и технологиями формирования и обработки материалов в плазме, включая распыление, плазмохимическое травление и осаждение.

**Спецификация мероприятий текущего контроля**

**1. Общие понятия о вакууме. Давление и концентрация частиц. Механизмы теплопередачи в вакууме.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**  
 Проходной балл: **9**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает и понимает основные формулы для дрейфового движение электронов и ионов, свободной и амбиполярной диффузии частиц в плазме, плавающего потенциала и уравнение непрерывности для концентрации частиц в плазме	5
Знает элементарные процессы под действием электронного удара; энергетические распределения электронов и ионов	5
Знает понятия вакуумной техники и технологий; методы измерения и регулирования давления и состава рабочей атмосферы	5
Знает основные физические свойства плазмы, виды плазмы	5

## **Раздел 2. Физико-химические свойства низкотемпературной плазмы**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**  
 Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает методы контроля параметров плазмы, включая метод зондов Ленгмюра, масс-спектрометрический, оптический метод и метод диагностики плазмы по ее электрофизическим параметрам	10
Знает свойства тлеющего разряда постоянного тока и периодических разрядов, включая ВЧИ, ВЧЕ и СВЧ. Умеет сравнивать свойства разрядов различных частот в терминах эффективного поля	10
Знает процессы взаимодействия плазмы с поверхностью, включая физические процессы при ионном распылении и химические процессы взаимодействия частиц плазмы с поверхностью	10
Знает отличия несамостоятельного и самостоятельного разряда в газе, основные виды самостоятельных разрядов в газе	10

## **Раздел 3. Электрический разряд в газе**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**  
 Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает принципы и технологические методы плазмохимического осаждения материалов.	15



<p>Умеет выбирать технологические параметры, включая исходные реагентов и режим работы генератора плазмы, в зависимости от материала обрабатываемой подложки и требуемого материала покрытия. Знает параметры, характеризующие процесс плазмохимического осаждения.</p>	
<p>Знает принципы и технологические методы плазмохимического травления материала. Умеет выбирать технологические параметры, включая рабочего газа и режим работы генератора плазмы, в зависимости от материала обрабатываемой подложки. Знает параметры, характеризующие процесс плазменного травления.</p>	15
<p>Знает принципы и технологические методы распыления и ионного травления материалов, включая диодное, триодное и магнетронное распыление мишеней различной природы и в различных режимах</p>	10

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физики твердого тела**

Авторы-составители: **Волынцев Анатолий Борисович**

Рабочая программа дисциплины

**ПОВЕДЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

Код УМК 85292

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №1  
от «15» сентября 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016

## **1. Наименование дисциплины**

Поведение материалов в экстремальных условиях

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Физический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( К.А.Гаврилов )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Поведение материалов в экстремальных условиях** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ПК.1** готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

**ПК.2** готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	36
<b>Проведение лекционных занятий</b>	24
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	12
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	0
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	72
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (4 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>4 триместр</b>	<b>108</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>72</b>
Раздел 1. Поведение материалов в непосредственной близости от эпицентров ядерного взрыва	39	10	0	2	27
1. Основные поражающие факторы ядерных взрывов. Соотношение между этими факторами для различных типов ядерных боеприпасов.	9	2	0	0	7
2. Воздействие ударных волн на различные технические объекты вблизи эпицентра ядерного взрыва	8	2	0	2	4
3. Радиационное поражение технических объектов вблизи эпицентра ядерного взрыва	16	4	0	0	12
4. Возможные пути уменьшения поражающих факторов ядерного взрыва для	6	2	0	0	4

Наименование тем и разделов	Всего ак. час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
технических объектов					
Раздел 2. Поведение материалов в условиях интенсивного лазерного облучения	69	14	0	10	45
1. Особенности воздействия на материалы мощными непрерывными и импульсными лазерами	11	2	0	0	9
2. Основные типы боевых лазеров наземного и космического базирования	13	2	0	2	9
3. Устройство рентгеновского лазера с ядерной накачкой, как одного из компонентов системы противоракетной обороны	13	2	0	2	9
4. Анализ поведения материалов, подвергнутых воздействию рентгеновского лазера	32	8	0	6	18

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Раздел 1. Поведение материалов в непосредственной близости от эпицентров ядерного взрыва**

#### **1. Основные поражающие факторы ядерных взрывов. Соотношение между этими факторами для различных типов ядерных боеприпасов.**

Устройство ядерных боеприпасов различной мощности: боеприпасы сверхмалой мощности, средней и сверхбольшой. Ядерные запалы пушечного и имплозивного типа. Нейтронные боеприпасы. Боеприпасы тройного действия. Вариация спектра электромагнитного излучения в зависимости от типа и мощности боеприпаса. Соотношение поражающих факторов в виде ударных волн и электромагнитного излучения для различных типов боеприпасов.

#### **2. Воздействие ударных волн на различные технические объекты вблизи эпицентра ядерного взрыва**

Физические процессы ответственные за формирование ударных волн вблизи эпицентра ядерного взрыва в атмосфере и в космосе. Оценка максимального давления по фронту ударных волн в атмосфере и в космосе для различных расстояний от эпицентра ядерного взрыва. Возможные повреждения различных технических устройств при прохождении ударных волн, порожденных ядерным взрывом, включая оболочки баллистических ракет и боеголовки.

#### **3. Радиационное поражение технических объектов вблизи эпицентра ядерного взрыва**

Повреждающие факторы электромагнитного излучения во всем его диапазоне от теплового до гамма-излучения для различных компонентов технических устройств (металлоконструкции, тепловая защита, электроника).

Поражающие факторы нейтронного облучения, включая его тепловую компоненту, а также повреждение кристаллической структуры, как конструкционных материалов, так и электронного оборудования. Типы структурных повреждений радиационного происхождения вблизи эпицентра ядерного взрыва и их влияние на механические свойства материалов.

#### **4. Возможные пути уменьшения поражающих факторов ядерного взрыва для технических объектов**

Способы усиления конструкций, способствующие увеличению их жесткости. Варианты тепловой и радиационной защиты. Использование стойких к радиационным и ударным повреждениям вариантов электронного и оптического оборудования.

### **Раздел 2. Поведение материалов в условиях интенсивного лазерного облучения**

#### **1. Особенности воздействия на материалы мощными непрерывными и импульсными лазерами**

Тепловое воздействие непрерывных лазеров. Ударно-импульсное воздействие импульсных лазеров. Оценка ударного импульса в зависимости от мощности и длительности лазерного излучения.

#### **2. Основные типы боевых лазеров наземного и космического базирования**

Химические лазеры. Эксимерные лазеры. Лазеры на свободных электронах. Рентгеновские лазеры. Боевые космические станции.

#### **3. Устройство рентгеновского лазера с ядерной накачкой, как одного из компонентов системы противоракетной обороны**

Схема рентгеновского лазера с ядерной накачкой. Выбор материала рабочего тела и размеры резонаторов. Оптимальная мощность термоядерного боеприпаса для накачки лазера. Оптимальные

габариты лазера. Расходимость пучка. Длительность лазерного импульса и его мощность. Окно прозрачности для боевого применения. Пример боевой космической станции на основе рентгеновского лазера.

#### **4. Анализ поведения материалов, подвергнутых воздействию рентгеновского лазера**

Процессы испарения на поверхности материалов подвергнутых воздействию рентгеновского лазера. Формирование ударной волны. Прохождение ударной волны в глубь материала. Модель поведения дислокационных ансамблей при прохождении ударной волны большого давления. Поляризация дислокационных ансамблей. Формирование высоких внутренних напряжений, как результат прохождения ударной волны. Потери несущей способности материала, подвергнутого воздействию ударной волны. Долговременные последствия прохождения ударных волн для структуры и механических свойств материалов, подвергнутых высокоинтенсивному лазерному излучению. Способы нейтрализации поражающих факторов рентгеновского лазера.



## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Кириллов Г.А. Исследование поведения вещества в экстремальных условиях [Электронный ресурс]: монография/ Кириллов Г.А.— Электрон. текстовые данные.— Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2008.— 309 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18435>.— ЭБС «IPRbooks»

### Дополнительная:

1. Делоне Н. Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом: курс лекций/Н. Б. Делоне.- Москва:Наука,1989, ISBN 5-02-014056-2.-277.-Библиогр.: с. 274-275

2. Сивухин Д. В.Общий курс физики.учеб. пособие для студентов физ. спец. вузов Т. 5.Атомная и ядерная физика/Д. В. Сивухин.-Изд. 3-е, стер..-М.:ФИЗМАТЛИТ,2006, ISBN 5-9221-0645-7.-784

3. Делоне Н. Б.,Крайнов В. П. Нелинейная ионизация атомов лазерным излучением/Н. Б. Делоне, В. П. Крайнов.-М.:ФИЗМАТЛИТ,2001, ISBN 5-9221-0150-1.-312.-Библиогр.: с. 297

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Поведение материалов в экстремальных условиях** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Информационные технологии не используются

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Маркерная доска, экран, проектор, компьютер

**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Поведение материалов в экстремальных условиях**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.2</b> готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты</p>	<p>Владеть современными методами теоретической оценки возможных последствий экстремальных воздействий на материалы и методами минимизации этих последствий</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не знает устройство основных типов ядерных боеприпасов и их поражающие факторы. Не владеет методами оценки ущерба наносимого ядерными взрывами различными техническими устройствами. Не владеет методами уменьшения последствий применения ядерного оружия. Не знает устройство основных типов боевых лазеров и их поражающие факторы.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Имеет значительные пробелы в знаниях об устройстве основных типов ядерных боеприпасов и их поражающие факторы. Слабо владеет методами оценки ущерба наносимого ядерными взрывами различными техническими устройствами. Слабо владеет методами уменьшения последствий применения ядерного оружия. Имеет существенные пробелы в знаниях об устройстве основных типов боевых лазеров и их поражающие факторы.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Имеет незначительные пробелы в знаниях об устройстве основных типов ядерных боеприпасов и их поражающие факторы. Владеет методами оценки ущерба наносимого ядерными взрывами различными техническими устройствами. Владеет методами уменьшения последствий применения ядерного оружия. Имеет пробелы в знаниях об устройстве основных типов боевых лазеров и их поражающие факторы.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Знает устройство основных типов ядерных боеприпасов и их поражающие факторы. Владеет методами оценки ущерба наносимого ядерными взрывами различными</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>техническими устройствами. Владеет методами уменьшения последствий применения ядерного оружия. Знает устройство основных типов боевых лазеров и их поражающие факторы.</p>
<p><b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<p>Знать: -современное состояние научных исследований и разработок в области радиационного материаловедения применительно к импульсным радиационным полям высокой интенсивности характерных для ситуации вблизи эпицентра ядерного взрыва; - основные типы ядерных боеприпасов и особенности их поражающих факторов; - устройство основных типов боевых лазеров и возможностей их применения; - основные последствия теплового и ударно-импульсного воздействия боевых лазеров на различные материалы. Уметь: - оценить возможные последствия взрыва ядерных боеприпасов различного типа и воздействия излучения боевых лазеров на технические устройства различных типов - находить пути снижения возможные последствия экстремальных воздействий на различные материалы</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не знает устройство основных типов ядерных боеприпасов и их поражающие факторы. Не владеет методами оценки ущерба наносимого ядерными взрывами различными техническими устройствами. Не владеет методами уменьшения последствий применения ядерного оружия. Не знает устройство основных типов боевых лазеров и их поражающие факторы.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Имеет значительные пробелы в знаниях об устройстве основных типов ядерных боеприпасов и их поражающие факторы. Слабо владеет методами оценки ущерба наносимого ядерными взрывами различными техническими устройствами. Слабо владеет методами уменьшения последствий применения ядерного оружия. Имеет существенные пробелы в знаниях об устройстве основных типов боевых лазеров и их поражающие факторы.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Имеет незначительные пробелы в знаниях об устройстве основных типов ядерных боеприпасов и их поражающие факторы. Владеет методами оценки ущерба наносимого ядерными взрывами различными техническими устройствами. Владеет методами уменьшения последствий применения ядерного оружия. Имеет пробелы в знаниях об устройстве основных типов боевых лазеров и их поражающие факторы.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает устройство основных типов ядерных боеприпасов и их поражающие факторы. Владеет методами оценки ущерба наносимого ядерными взрывами различными</p>

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<b>Отлично</b> техническими устройствами. Владеет методами уменьшения последствий применения ядерного оружия. Знает устройство основных типов боевых лазеров и их поражающие факторы.

**Оценочные средства**  
схема доставки Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.2</b> готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты	3. Радиационное поражение технических объектов вблизи эпицентра ядерного взрыва <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знания основных поражающих факторов ядерных взрывов. Соотношение между этими факторами для различных типов ядерных боеприпасов. Знания о возможных повреждениях различных технических устройств вблизи эпицентра ядерного взрыва. Знания о возможных путях уменьшения поражающих факторов ядерного взрыва.
<b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	2. Основные типы боевых лазеров наземного и космического базирования <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знания о конструкции и поражающих факторах химических лазеров, эксимерных лазеров и лазеров на свободных электронах. Знания об устройстве рентгеновского лазера как наиболее вероятный компонент оружия космического базирования. Его устройство и технические параметры. Знания об основных физических процессах, реализующихся при воздействии на материалы мощными непрерывными и импульсными лазерами.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	4. Анализ поведения материалов, подвергнутых воздействию рентгеновского лазера <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Механизм формирования ударной волны высокого давления в материалах подвергнутых облучению рентгеновского лазера. Знания о методах моделирования структурных изменений происходящих в материалах, подвергнутых воздействию пучка мощного импульсного лазера, в том числе рентгеновского. Знания о методах нейтрализации поражающих факторов рентгеновского и других лазеров боевого назначения.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### 3. Радиационное поражение технических объектов вблизи эпицентра ядерного взрыва

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знания основных поражающих факторов ядерных взрывов. Соотношение между этими факторами для различных типов ядерных боеприпасов.	10
Знания о возможных путях уменьшения поражающих факторов ядерного взрыва.	10
Знания о возможных повреждениях различных технических устройств вблизи эпицентра ядерного взрыва.	10

#### 2. Основные типы боевых лазеров наземного и космического базирования

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **35**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Знания о конструкции и поражающих факторах химических лазеров, эксимерных лазеров и лазеров на свободных электронах.	15
Знания об основных физических процессах, реализующихся при воздействия на материалы мощными непрерывными и импульсными лазерами.	10
Знания об устройстве рентгеновского лазера как наиболее вероятный компонент оружия космического базирования. Его устройство и технические параметры.	10

#### 4. Анализ поведения материалов, подвергнутых воздействию рентгеновского лазера



Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **35**

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Механизм формирования ударной волны высокого давления в материалах подвергнутых облучению рентгеновского лазера.	15
Знания о методах нейтрализации поражающих факторов рентгеновского и других лазеров боевого назначения.	10
Знания о методах моделирования структурных изменений происходящих в материалах, подвергнутых воздействию пучка мощного импульсного лазера, в том числе рентгеновского.	10

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра менеджмента**

Авторы-составители: **Носкова Оксана Евгеньевна**  
**Ощепков Виктор Михайлович**

Рабочая программа дисциплины

**ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В СФЕРЕ ВЫСОКИХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**

Код УМК 87749

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №11  
от «27» мая 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016

## **1. Наименование дисциплины**

Принципы организации производства в сфере высоких технологий

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Экономический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( Т.В.Миролюбова )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Принципы организации производства в сфере высоких технологий** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ОК.2** способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	36
<b>Проведение лекционных занятий</b>	12
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	72
<b>Формы текущего контроля</b>	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (4 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>4 триместр</b>	<b>108</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>72</b>
Тема 1. Технология	10	1	0	2	7
Тема 2. Высокотехнологический сектор экономики	11	1	0	2	8
Тема 3. Системная концепция организации производства	13	2	0	2	9
Тема 4. Производственный процесс и основные принципы его эффективной организации	12	1	0	2	9
Тема 5. Производственный цикл и его структура	10	1	0	2	7
Тема 6. Основы организации подготовки производства к выпуску продукции	13	1	0	3	9
Тема 7. Организация научно-исследовательских работ	11	1	0	2	8
Тема 8. Организация конструкторской и технологической подготовки производства	10	1	0	2	7

Наименование тем и разделов	Всего ак. час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
Тема 9. Организационная подготовка производства и освоение новых видов продукции	10	1	0	4	5
Тема 10. Сетевое планирование и управление подготовкой производства	8	2	0	3	3

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Тема 1. Технология**

Тема 1. Технология.

Технология: понятие, задачи. Понятие «высокие технологии». Определение места технологий в развитии организации (технологическая стратегия), технологическое прогнозирование (определение доступных и необходимых организации технологий), управление технологическим жизненным циклом. Методика проведения оценки соответствия технологий производства продукции (работ, услуг). Метод «картирования технологий»

### **Тема 2. Высокотехнологический сектор экономики**

Тема 2. Высокотехнологический сектор экономики.

Понятие высокотехнологического сектора, его отличительные характеристики. Критерии отнесения отрасли к сектору «высоких технологий»: уровень наукоемкости (доля затрат на исследования и разработки отнесенная к результатам производства), доля занятых в сфере НИОКР в отрасли. Классификация отраслей Национального научного фонда США (National Science Foundation), ООН (SITS). Носители технологий, факторы высокотехнологического производства. Субъекты и объекты рынка высоких технологий. Сегменты рынка технологий. Сферы человеческой деятельности, вовлеченные в международный технологический обмен: наука, техника, производство и управление. Факторы спроса на высокотехнологичные услуги. Международные и российская классификации высокотехнологичных товаров и услуг. Критичные технологии.

### **Тема 3. Системная концепция организации производства**

Тема 3. Системная концепция организации производства.

Сущность организации производства предприятия как организованная система. Закономерности и структура организации производства на предприятии. Основные современные тенденции развития процесса организации производства.

### **Тема 4. Производственный процесс и основные принципы его эффективной организации**

Тема 4. Производственный процесс и основные принципы его организации.

Понятие производственного процесса, его структура, обусловленная изготавливаемой продукцией, масштабами производства, специализацией, характером технологических процессов, разделением труда. Научные принципы организации производственных процессов во времени и в пространстве.

### **Тема 5. Производственный цикл и его структура**

Тема 5. Производственный цикл и его структура.

Структура производственного цикла при различных сочетаниях операций во времени. Длительность цикла при последовательном, параллельно-последовательном и параллельном видах движения. Длительность цикла сложного процесса. Пути, резервы и экономическая эффективность сокращения длительности производственного цикла.

### **Тема 6. Основы организации подготовки производства к выпуску продукции**

Тема 6. Основы организации подготовки производства к выпуску продукции.

Сущность, содержание и задачи подготовки производства к выпуску продукции. Организационная структура системы подготовки производства. Организация подготовки производства во времени.

Основные направления сокращения цикла «исследование – производство».

### **Тема 7. Организация научно-исследовательских работ**

Тема 7. Организация научно-исследовательских работ.

Предпроектные исследования, их содержание и общая характеристика. Содержание и этапы научно-исследовательских работ. Организация и планирование научных исследований и изобретательской деятельности на предприятии. Характеристика опытно-конструкторских работ. Роль научно-технической информации в процессе создания новой техники. Прогнозирование экономических показателей на ранних стадиях проектирования новой техники.

### **Тема 8. Организация конструкторской и технологической подготовки производства**

Тема 8. Организация конструкторской и технологической подготовки производства.

Организация, содержание и этапы конструкторской подготовки производства, технологической подготовки производства. Техничко-экономический анализ технологических решений и выбор варианта технологического процесса.

### **Тема 9. Организационная подготовка производства и освоение новых видов продукции**

Тема 9. Организационная подготовка производства и освоение новых видов продукции.

Содержание и основные стадии организационной подготовки производства. Содержание процесса освоения новой продукции и принципы его организации. Организация перехода на выпуск новой продукции. Планирование показателей производства новых изделий.

### **Тема 10. Сетевое планирование и управление подготовкой производства**

Тема 10. Сетевое планирование и управление подготовкой производства.

Структура и топология сетевого планирования. Назначение сетевого графика. Принципы построения и расчета параметров сетевого графика. Оптимизация сетевого графика.



## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Кужева С. Н. Организация и планирование производства: Учебное пособие/Кужева С. Н..- Омск: Омский государственный университет, 2011, ISBN 978-5-7779-1315-9.-211.
2. Ковалев Сергей Викторович Экономическая математика: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 220700 "Организация и управление наукоемкими производствами", специальности 220701 "Менеджмент высоких технологий", а также для студентов инженерно-экономических специальностей/С. В. Ковалев.-Москва: КноРус, 2010, ISBN 978-5-406-00462-3.-248.- Библиогр.: с. 244-248
3. Теория организации. Организация производства на предприятиях.: интегрированное учебное пособие/А. А. Агарков и др.-2010
4. Стерлигова А. Н., Фель А. В. Операционный (производственный) менеджмент: учебное пособие: [по специальности "Менеджмент организации"]/А. Н. Стерлигова, А. В. Фель.-Москва: ИНФРА-М, 2013, ISBN 978-5-16-003469-0.-1851.-Библиогр. в конце разд.

### Дополнительная:

1. Фатхутдинов Р. А. Производственный менеджмент: учебник/Р. А. Фатхутдинов.-М.: Бизнес-школа "Интел-Синтез", 2000, ISBN 5-87057-189-8.-464.-Библиогр.: с.461-462
2. Куркина Т. Д. Производственный и операционный менеджмент: учебно-методическое пособие/Т. Д. Куркина.-Пермь, 2010, ISBN 978-57944-1492-9.-162.-Библиогр.: с. 162

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Принципы организации производства в сфере высоких технологий** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

В учебном процессе для освоения дисциплины "Принципы организации производства в сфере высоких технологий" могут использоваться компьютерное и мультимедийное оборудование: лекции готовятся в формате презентаций (MS Power Point), где отражаются ключевые содержательные моменты материалов курса.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

В учебном процессе для освоения дисциплины "Принципы организации производства в сфере высоких технологий" могут использоваться следующие информационные технологии: Excel, Manager.

**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Принципы организации производства в сфере высоких технологий**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОК.2</b> способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом</p>	<p>Знать особенности высокотехнологического сектора экономики и его роль в социально-экономическом развитии страны. Знать экономические и организационные основы производства, в частности, в отраслях, относящихся к отраслям высоких технологий; Уметь собирать и анализировать информацию, необходимую для принятия решений в области выбора технологии, проведения научно-исследовательских работ, уметь обосновывать свой выбор; Приобрести навыки оценки соответствия технологии, используемой на предприятии, современному технологическому уровню мирового рынка;</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Отсутствие знаний в сфере производства высоких технологий. Не знает основ дисциплины, необходимых при формировании компетенции. Отсутствие умений, необходимых для принятия решений в области выбора технологии, проведения научно-исследовательских работ и навыков.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Обучающийся не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания в сфере производства высоких технологий для анализа практических ситуаций. Подтверждает освоение компетенции</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Обучающийся показал полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы в сфере производства высоких технологий. Правильное применение теоретические положения к оценке практических ситуаций. Демонстрирует хороший уровень освоения материала.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания материала, демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций в сфере производства высоких технологий, подтверждает полное освоение компетенции. Отлично демонстрирует умение собирать и</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p><b>Отлично</b> анализировать информацию, необходимую для принятия решений в области выбора технологии, проведения научно-исследовательских работ, уметь обосновывать свой выбор; навыки оценки соответствия технологии, используемой на предприятии, современному технологическому уровню мирового рынка.</p>

**Оценочные средства**  
схема доставки Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 47 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 47 балла

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОК.2</b> способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	Тема 2. Высокотехнологический сектор экономики <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	знать: - современные тенденции в сфере высоких технологий; - основные понятия и категории организации производства; - принципы организации производственного процесса; уметь: - применять методику обоснования инженерных решений, принимаемых в процессе проектирования производственных систем; владеть: - методами управления производственными ресурсами предприятия;

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ОК.2</b> способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом</p>	<p>Тема 4. Производственный процесс и основные принципы его эффективной организации <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>знать: - законы и закономерности организации производственных систем; - методы и виды организационно-технологических моделей производства; - виды производственных структур; уметь: - применять методы разработки календарного плана работы цеха, участка; владеть: - методами комплексного обеспечения функционирования производства, качества продукции и производственных процессов;</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОК.2</b> способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом</p>	<p>Тема 10. Сетевое планирование и управление подготовкой производства <b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные тенденции в сфере высоких технологий;</li> <li>- основные понятия и категории организации производства;</li> <li>- принципы организации производственного процесса;</li> <li>- законы и закономерности организации производственных систем;</li> <li>- методы и виды организационно-технологических моделей производства;</li> <li>- виды производственных структур;</li> <li>- структуру производственного цикла, методы и пути сокращения длительности производственного цикла;</li> <li>- модели и методы текущего и оперативного планирования производства;</li> <li>- формы и методы организации процесса создания новой продукции;</li> <li>- календарное планирование производства;</li> <li>- модели и методы оптимизации календарных планов;</li> <li>- современные формы организации оперативного управления;</li> <li>- методические основы определения эффективности систем управления производством;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методику обоснования инженерных решений, принимаемых в процессе проектирования производственных систем;</li> <li>- применять методы разработки календарного плана работы цеха, участка;</li> <li>- применять методы контроля и регулирования хода производства;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами управления производственными ресурсами предприятия;</li> </ul>



Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		- методами комплексного обеспечения функционирования производства, качества продукции и производственных процессов; - методами оценки состояния и уровня организации производства; - методами выявления организационных резервов; Проводится в форме теста

**Спецификация мероприятий текущего контроля  
Тема 2. Высокотехнологический сектор экономики**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Определены длительность технологического и производственного циклов при всех трех видах движения предметов труда; как изменится длительность технологического цикла, если партию обработки удвоить; какой вид движения партий и ее размер оказывает наиболее существенное влияние на сокращение цикла. Построены графики технологических циклов при параллельном и параллельно-последовательном движении предметов труда.	3
Рассчитана максимальные значения межоперационных оборотных заделов и построить эпюры их движения.	3
Определена длительность производственного цикла и срок запуска в производство партии деталей при последовательном, параллельно-последовательном и параллельном виде движения деталей.	3
Определена длительность цикла сложного процесса и коэффициент параллельности цикла изготовления механизма М, а также построен календарный цикловой график, учитывая, что детали (узлы) на комплектующих складах находятся перед сборкой в течение n дней.	3
Определены частные такты поточной линии.	2
Определен такт линии; рассчитано число рабочих мест и число рабочих на линии; составлен план-график работы оборудования и рабочих; рассчитаны межоперационные заделы и построить график их движения.	2
Определены такт линии, число рабочих мест, их загрузку, рассчитать основные параметры конвейера (скорость движения, длину рабочей зоны операции, длину рабочей части конвейера, длину ленты и длительность цикла сборки).	2
Определены графическим и аналитическим методами, при каких программных заданиях целесообразен каждый из вариантов обработки детали.	2

**Тема 4. Производственный процесс и основные принципы его эффективной организации**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**  
 Проходной балл: **18**

Показатели оценивания	Баллы
Определены: - длительность межремонтного цикла, межремонтного и межосмотрового периодов, - объем ремонтных и межремонтных работ, численность ремонтных рабочих по каждому виду ремонтных работ, - количество станков для ремонта и межремонтного обслуживания оборудования, - годовую потребность участка в материалах для ремонтных нужд. - деталей в одном изделии:	13
Рассчитаны основные показатели системы планово-предупредительного ремонта для оборудования, используемого для изготовления данной детали, приняв ремонтную сложность единицы оборудования на операциях в соответствии с данными таблицы	10
Выполнено календарное планирование технической подготовки к выпуску нового изделия с использованием сетевого графика.	7
Проведена оптимизация сетевого графика, не привлекая дополнительные ресурсы. Рассчитать резервы времени для выполнения всех видов работ. Нанести их на сетевой график и в отдельную таблицу.	5
Рассчитана смета затрат на составление рабочего проекта, составления проекта оснастки и изготовление оснастки из условия, что изделие разделено условно на крупные (К), средние (С) и мелкие (М) детали. Количество деталей в одном изделии	5

### Тема 10. Сетевое планирование и управление подготовкой производства

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**  
 Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Дан правильный ответ на 1 тестовый вопрос	1.5

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физики фазовых переходов**

Авторы-составители: **Ильин Владимир Алексеевич**

Рабочая программа дисциплины

**СПЕЦПРАКТИКУМ (ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ФИЗИКЕ ТВЕРДОГО  
ТЕЛА)**

Код УМК 74242

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №1  
от «05» сентября 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016

## **1. Наименование дисциплины**

Спецпрактикум (вычислительные методы в физике твердого тела)

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Физический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( К.А.Гаврилов )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Спецпрактикум (вычислительные методы в физике твердого тела)** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ПК.3** готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	12
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	36
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	96
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (4) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (4 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>4 триместр</b>	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>96</b>
Спецпрактикум (вычислительные методы в физике твердого тела).Первый семестр	0	0	0	0	0
1. Линейные колебания одномерной решётки	23	0	6	1	16
2. Нелинейные колебания одномерной решётки	35	0	14	1	20
3. Моделирование солитонных решений	26	0	4	2	20
4. Постоянная Маделунга	30	0	6	4	20
5. Энергетическая зонная структура	30	0	6	4	20

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Спецпрактикум (вычислительные методы в физике твердого тела).Первый семестр**

#### **1. Линейные колебания одномерной решётки**

Вывод уравнений движения безграничной одномерной решётки, состоящей из двух сортов чередующихся частиц. Решение этих уравнений для случая, когда взаимодействуют только соседние частицы. Свойства колебаний решётки. Составление программы нахождения корней нелинейного уравнения методом секущих. Расчёт дисперсионных соотношений колебаний решётки для разных значений отношений масс частиц. Случай решётки из одинаковых частиц с взаимодействием со всеми соседними частицами. Расчёт и анализ дисперсионных соотношений для разного числа соседей.

#### **2. Нелинейные колебания одномерной решётки**

Моделирование теплоёмкости твердых тел. Характеристики колебаний решётки. Проблема Улама-Паста-Ферми. Метод Рунге-Кутта-Мерсона для решения одного, двух и системы  $n$  дифференциальных уравнений. Составление программы интегрирования системы дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутта-Мерсона. Расчёт динамики решётки. Определение времени, через которое начальная энергия вернётся в основную моду.

#### **3. Моделирование солитонных решений**

Решение Крускала и Забуски. Солитоны. Метод конечных разностей. Составление программы решения уравнения Кордевега – де Фриза методом конечных разностей. Расчёт динамики солитонных решений при разных значениях параметров.

#### **4. Постоянная Маделунга**

Основные методы нахождения решёточных сумм. Ионные кристаллы. Метод Эвальда. Вывод формулы для вычисления постоянной Маделунга. Постановка задачи. Составление программы вычисления определённых интегралов по формуле Симпсона. Составление программы вычисления постоянной Маделунга для кристаллических решёток NaCl и CsCl.

#### **5. Энергетическая зонная структура**

Поведение электронного газа в периодическом потенциале. Модель Кронига и Пенни. Разрешённые и запрещённые энергетические уровни. Постановка задачи. Составление программы вычисления границ энергетических зон методом секущих и вычисления эффективной массы электрона на этих границах с использованием разложения энергии в ряд Тейлора около границ. Определение зависимости энергии электрона от волнового числа свободного электрона и от волнового числа электрона, находящегося во внешнем периодическом поле. Вычисление эффективной массы электрона на границах с использованием метода конечных разностей. Сравнение результатов, полученных обоими способами.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.



## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Лобов Н. И., Любимов Д. В., Любимова Т. П. Решение задач на ЭВМ: учебно-методическое пособие/Н. И. Лобов, Д. В. Любимов, Т. П. Любимова.- Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-1890-3, 2-е изд., стер.-1.

### Дополнительная:

1. Задачи по физике твердого тела/ред.: Г. Дж. Голдсмит, А. А. Гусев, М. П. Шаскольская.- М.: Наука, 1976.-431.-Библиогр.: с. 427-431

2. Лобов Н. И., Любимов Д. В., Любимова Т. П. Численные методы решения задач теории гидродинамической устойчивости: учеб. пособие для вузов/Н. И. Лобов, Д. В. Любимов, Т. П. Любимова.- Пермь: Перм. гос. ун-т, 2004, ISBN 5-7944-0399-3.-101.-Библиогр.: с. 100-101

3. Смородин Б. Л. Компьютерные методы в физике конденсированного состояния: учеб.-метод. пособие/Б. Л. Смородин.- Пермь: ПГУ, 2007, ISBN 5-7944-0962-2.-106.-Библиогр.: с. 102-103

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Спецпрактикум (вычислительные методы в физике твердого тела)** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Программы для демонстрации презентаций, видеороликов. Электронная библиотека. ЕТИС.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Мел, маркер, проектор, ноутбук, компьютеры.

**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Спецпрактикум (вычислительные методы в физике твёрдого тела)**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники</p>	<p>Студент должен знать: определения, формулы, методы, алгоритмы по вычислительным методам в физике твёрдого тела; уметь: самостоятельно применять полученные знания к моделированию вычислительных задач по физике твёрдого тела; владеть: аппаратом вычислительной математики, способностью программировать разные физические задачи.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Студент не знает основ дисциплины; не умеет самостоятельно моделировать вычислительные задачи по физике твёрдого тела.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Студент знает: определения, формулы, методы, алгоритмы по вычислительным методам в физике твёрдого тела; умеет: самостоятельно применять полученные знания к моделированию простых вычислительных задач по физике твёрдого тела; владеет: аппаратом вычислительной математики, способностью программировать простые физические задачи.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Студент знает: определения, формулы, методы, алгоритмы по вычислительным методам в физике твёрдого тела; умеет: самостоятельно применять полученные знания к моделированию базовых вычислительных задач по физике твёрдого тела; владеет: аппаратом вычислительной математики, способностью программировать базовые физические задачи.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Студент знает: определения, формулы, методы, алгоритмы по вычислительным методам в физике твёрдого тела; умеет: самостоятельно применять полученные знания к моделированию вычислительных задач по физике твёрдого тела; владеет: аппаратом вычислительной математики, способностью программировать разные физические задачи.</p>

**Оценочные средства**  
схема доставки 8493

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 45 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 45 балла

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники	1. Линейные колебания одномерной решётки <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение программировать нахождение корней нелинейного уравнения методом секущих. Анализ дисперсионных соотношений колебаний решётки для разных значений отношений масс частиц. Расчёт и анализ дисперсионных соотношений для разного числа соседей, с которыми происходит взаимодействие. Умение объяснять содержание программ. Умение отвечать на дополнительные вопросы.
<b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники	2. Нелинейные колебания одномерной решётки <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение программировать решение дифференциальных уравнений первого, второго и n-го порядка. Анализ динамики кристаллической решётки по полученной серии зависимостей профиля стоячей волны от координаты в разные моменты времени. Определение времени, через которое начальная энергия вернётся в основную моду. Умение объяснять содержание программ. Умение отвечать на дополнительные вопросы.

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники	3. Моделирование солитонных решений <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение программировать уравнение Кордевега – де Фриза методом конечных разностей. Знание о том, что такое солитоны. Расчёт и анализ динамики солитонных решений при разных значениях параметров. Умение объяснять содержание программ. Умение отвечать на дополнительные вопросы.
<b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники	4. Постоянная Маделунга <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение программировать решение интегралов, использовать метод Эвальда, вычислять решёточные суммы. Знание особенностей объемноцентрированной и гранецентрированной кубических кристаллических решёток. Анализ полученных значений постоянной Маделунга для NaCl и CsCl. Умение объяснять содержание программ. Умение отвечать на дополнительные вопросы.
<b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники	5. Энергетическая зонная структура <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Умение программировать и анализировать энергетическую зонную структуру (зависимость энергии электрона от волнового числа); вычислять значения эффективной массы электрона на границах энергетических зон. Умение объяснять содержание программ. Умение отвечать на дополнительные вопросы.

## Спецификация мероприятий текущего контроля

### 1. Линейные колебания одномерной решётки

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Объяснил содержание программы.	4
Ответил на дополнительные вопросы.	4
Написал программу для задачи 2, протестировал её. Получил результаты.	4
Объяснил содержание программы.	4

Написал программу для задачи 1, протестировал её. Получил результаты.	4
---	---

## 2. Нелинейные колебания одномерной решётки

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Написал программу для задачи 3, протестировал её. Получил результаты.	6
Объяснил содержание программы.	4
Написал программу для задачи 2, протестировал её. Получил результаты.	4
Объяснил содержание программы.	4
Написал программу для задачи 1, протестировал её. Получил результаты.	2

## 3. Моделирование солитонных решений

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Построил серию графиков зависимостей профиля волны от координаты.	8
Ответил на дополнительные вопросы.	4
Написал программу, протестировал её. Получил результаты.	4
Объяснил содержание программы.	4

## 4. Постоянная Маделунга

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Написал программу для задачи, протестировал её. Получил результаты.	8
Ответил на дополнительные вопросы.	4
Объяснил содержание программы.	4
Написал вспомогательную программу для нахождения интегралов.	4

## 5. Энергетическая зонная структура

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Написал программу, протестировал её. Получил результаты.	4
Объяснил содержание программы.	4
Умеет описывать алгоритмы вычислительных методов.	4
Знает основные формулы и смысл входящих в них величин по теме курса.	4
Ответил на дополнительные вопросы.	4

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра теоретической физики**

Авторы-составители: **Марышев Борис Сергеевич**  
**Демин Виталий Анатольевич**

Рабочая программа дисциплины  
**ТЕОРИЯ АНОМАЛЬНОЙ ДИФФУЗИИ**  
Код УМК 85286

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №11  
от «30» августа 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016



## **1. Наименование дисциплины**

Теория аномальной диффузии

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Физический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( К.А.Гаврилов )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Теория аномальной диффузии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ПК.1** готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	2
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	36
<b>Проведение лекционных занятий</b>	24
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	12
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	72
<b>Формы текущего контроля</b>	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (2 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>2 триместр</b>	<b>108</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>72</b>
Теория аномальной диффузии. Первый триместр	108	24	0	12	72
Диффузия как асимптотика процесса случайных скачков	26	6	0	2	18
Классификация дифференциальных уравнений с частными производными	10	2	0	2	6
Уравнения параболического типа	36	8	0	4	24
Поверхностная диффузия	10	2	0	2	6
Аномальная диффузия	26	6	0	2	18

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### Теория аномальной диффузии. Первый триместр

#### Диффузия как асимптотика процесса случайных скачков

Вероятность, распределение вероятности, функция распределения, плотность распределения, моменты, характеристическая функция. Характеристические функции различных распределений: преобразования Фурье и Лапласа. Асимптотическое поведение вероятностных распределений при большом числе испытаний: нормальное распределение и распределение Пуассона. Расчет моментных характеристик различных распределений. Прямые и обратные преобразования Фурье и Лапласа.

Скачкообразный процесс, вывод уравнения диффузии, связь с распределениями Пуассона и Гаусса. Общее решение уравнения диффузии в неограниченной среде.

#### Классификация дифференциальных уравнений с частными производными

Классификация дифференциальных уравнений с частными производными.

Физические задачи, приводящие к уравнениям в частных производных. Дифференциальные уравнения с частными производными 2 порядка. Характеристическое уравнение. Характеристики. Канонические формы. Классификация уравнений в частных производных второго порядка. Гиперболические, параболические, эллиптические уравнения. Классификация уравнений 2 порядка со многими переменными. Канонические формы линейных уравнений с постоянными коэффициентами.

Характеристики.

#### Уравнения параболического типа

Задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Краевые задачи. Линейная задача о распространении тепла. Уравнение диффузии. Распространение тепла в пространстве. Постановка краевых задач. Принцип максимального значения. Теорема единственности. Теорема единственности для бесконечной прямой.

Метод разделения переменных. Однородная краевая задача. Функция источника. Краевые задачи с разрывными начальными условиями. Неоднородное уравнение теплопроводности. Общая первая краевая задача. Решение простейших краевых задач для однородного уравнения диффузии. Метод разделения переменных. Решение простейших краевых задач для однородного уравнения диффузии в одномерном и двумерном случаях. Функция Бесселя.

Задачи на бесконечной прямой. Диффузия на бесконечной прямой. Функция источника для неограниченной области. Краевые задачи для полуграниченной прямой. Задачи без начальных условий. Решение простейших краевых задач для неоднородного уравнения диффузии. Метод вариации произвольной постоянной. Температурные и концентрационные волны.

Неоднородные уравнения параболического типа. Задачи приводящие к неоднородным уравнениям. Метод решения. Температурные и концентрационные волны.

#### Поверхностная диффузия

Диффузия по поверхности. Уравнения поверхностной диффузии. Анизотропия диффузии.

Диффузиофорез. Неоднородные уравнения поверхностной диффузии. Кинетика испарения и конденсации. Коэффициент конденсации. Решение задач поверхностной диффузии с учетом испарения

и конденсации.

### **Аномальная диффузия**

Уравнение аномальной диффузии. Субдиффузия: вывод уравнений, основные свойства. Супердиффузия: вывод уравнений, основные свойства. Моделирование медленной диффузии. Моделирование процессов переноса с помощью уравнений аномальной диффузии. Эффекты памяти при субдиффузии: диффузия с учетом иммобилизации. Описание диффузии с иммобилизацией в рамках двухфазного подхода. Двухфазная модель с линейной кинетикой иммобилизации. Моделирование быстрой диффузии. Фрактальные множества. Супердиффузия во фрактальной среде Обобщенное уравнение Фоккера-Планка. Функциональные уравнения. Простейшие краевые задачи. Решение простейших краевых задач для одномерных уравнений субдиффузии и супердиффузии.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Гриняев Ю. В. Методы математической физики: Учебное пособие/Гриняев Ю. В..-Томск:Эль Контент, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,2012, ISBN 978-5-4332-0055-5.-148.
2. Никифоров А. Ф. Лекции по уравнениям и методам математической физики:[учебное пособие]/А. Ф. Никифоров.-Долгопрудный:Издательский дом " Интеллект",2009.-136.

### Дополнительная:

1. Автоволновые процессы в нелинейных средах с диффузией/Е. Ф. Мищенко [и др.].- Москва:Физматлит,2010, ISBN 978-5-9221-1217-8.-3991.-Библиогр.: с. 391-399
2. Тихонов А. Н.,Самарский А. А. Уравнения математической физики:учебник/А. Н. Тихонов, А. А. Самарский.-М.:Изд-во МГУ; Наука,2004, ISBN 5-211-04843-1; 5-02-033599-1.-798.-Библиогр.: с. 791
3. Бокштейн Б. С.,Ярославцев А. Б. Диффузия атомов и ионов в твердых телах/Б. С. Бокштейн, А. Б. Ярославцев.-М.:Мисис,2005, ISBN 5-87623-130-4.-362.

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://library.psu.ru/node/738> Ресурсы Научной библиотеки ПГНИУ

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Теория аномальной диффузии** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: Электронные мультимедийные библиотеки и учебные пособия, в том числе предоставляемые научной библиотекой ПГНИУ и цифровой библиотекой ПГНИУ "ELiS":

- материалы базы ЭБС IPRbooks;
- материалы цифровой библиотеки «Библиотех»;
- Электронно-библиотечная система издательства «Лань».

Дополнительный перечень используемых информационных технологий определяется преподавателями дисциплины.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения занятий используются аудитории ПГНИУ, оборудованные меловыми и маркерными досками, мультимедийными проекторами Panasonic, Sanyo и проекционными экранами. Для демонстрации материалов используются ноутбуки Asus N56V, Toshiba SAT P-10 и др., имеющиеся в распоряжении кафедры теоретической физики.



**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Теория аномальной диффузии**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<p>Знать основные понятия математической статистики, основные законы диффузии, классификацию уравнений в частных производных, основные понятия поверхностной диффузии, уравнения аномальной диффузии. Уметь находить статистические характеристики случайных процессов, решать уравнения в частных производных, анализировать анизотропную диффузию, решать неоднородные уравнения поверхностной диффузии, описывать субдиффузию и супердиффузию. Владеть навыками анализа случайных процессов, кинетических задач испарения и конденсации, решения уравнений Фоккера-Планка.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не знает основные понятия математической статистики, основные законы диффузии, классификацию уравнений в частных производных, основные понятия поверхностной диффузии, уравнения аномальной диффузии. Не умеет находить статистические характеристики случайных процессов, решать уравнения в частных производных, анализировать анизотропную диффузию, решать неоднородные уравнения поверхностной диффузии, описывать субдиффузию и супердиффузию. Не владеет навыками анализа случайных процессов, кинетических задач испарения и конденсации, решения уравнений Фоккера-Планка.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания основных понятий математической статистики, основных законов диффузии, классификации уравнений в частных производных, основные понятия поверхностной диффузии, уравнения аномальной диффузии. Демонстрирует частично сформированное умение находить статистические характеристики случайных процессов, решать уравнения в частных производных, анализировать анизотропную диффузию, решать неоднородные уравнения поверхностной диффузии, описывать субдиффузию и супердиффузию. Имеет представление о приёмах анализа случайных процессов, кинетических задач испарения и конденсации, решения уравнений Фоккера-Планка.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных понятий</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>математической статистики, основных законов диффузии, классификации уравнений в частных производных, понятий поверхностной диффузии, уравнений аномальной диффузии. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения находить статистические характеристики случайных процессов, решать уравнения в частных производных, анализировать анизотропную диффузию, решать неоднородные уравнения поверхностной диффузии, описывать субдиффузию и супердиффузию. В целом успешно, но с отдельными пробелами владеет навыками анализа случайных процессов, кинетических задач испарения и конденсации, решения уравнений Фоккера-Планка.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированные систематические знания основных понятий математической статистики, основных законов диффузии, классификации уравнений в частных производных, основных понятий поверхностной диффузии, уравнений аномальной диффузии. Сформированное умение находить статистические характеристики случайных процессов, решать уравнения в частных производных, анализировать анизотропную диффузию, решать неоднородные уравнения поверхностной диффузии, описывать субдиффузию и супердиффузию. Успешное и систематическое применение навыков анализа случайных процессов, кинетических задач испарения и конденсации, решения уравнений Фоккера-Планка.</p>

**Оценочные средства**  
схема доставки 8493

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<p>Уравнения параболического типа <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Владение основными понятиями математической статистики, знание законов диффузии, классификации уравнений в частных производных</p>
<p><b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<p>Поверхностная диффузия <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Умение строить модели и исследовать задачи поверхностной диффузии.</p>

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Аномальная диффузия <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знание моделей и методов описания аномальной диффузии, кинетических уравнений.

### **Спецификация мероприятий текущего контроля Уравнения параболического типа**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Владение методами построения математических моделей диффузии и теплопередачи.	8
Владение методом разделения переменных.	8
Владение методами теории вероятностей и математической статистики, умение вычислять свойства случайных величин и распределений.	7
Знание классификации дифференциальных уравнений в частных производных.	7

### **Поверхностная диффузия**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание кинетических моделей испарения и конденсации.	8
Умение решать задачи поверхностной диффузии с учётом испарения и конденсации.	8
Умение исследовать задачи поверхностной диффузии.	7
Знание особенностей диффузии в анизотропной системе.	7

### **Аномальная диффузия**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание уравнения аномальной диффузии.	10
Владение приемами построения и решения уравнений Фоккера-Планка.	10
Умение описывать иммобилизацию примесей в различных подходах.	10
Владение методами описания субдиффузии и супердиффузии.	10

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физики фазовых переходов**

Авторы-составители: **Петров Данил Александрович**

Рабочая программа дисциплины

**ТЕРМОДИНАМИКА МЯГКИХ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД**

Код УМК 81353

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №1  
от «05» сентября 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016

## **1. Наименование дисциплины**

Термодинамика мягких конденсированных сред

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Физический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( К.А.Гаврилов )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Термодинамика мягких конденсированных сред** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ПК.1** готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

**ПК.2** готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты



#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	36
<b>Проведение лекционных занятий</b>	24
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	12
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	72
<b>Формы текущего контроля</b>	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (4 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>4 триместр</b>	<b>108</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>72</b>
Мягкие конденсированные среды. Общие сведения. Основные свойства мягких конденсированных сред	108	24	0	12	72
Мягкие конденсированные среды. Общие сведения. Основные свойства мягких конденсированных сред	10	2	0	2	6
Взаимодействия в мягких средах. Силы, энергии, временные масштабы в конденсированных средах	20	6	0	2	12
Вязкое, упругое и вязкоупругое поведение мягких конденсированных сред	16	2	0	2	12
Фазовые переходы	14	4	0	2	8
Коллоидные системы	20	4	0	2	14
Самоорганизация амфифилов	20	2	0	2	16

Наименование тем и разделов	Всего ак. час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
Приложения физики мягких конденсированных сред в нанотехнологии	8	4	0	0	4

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Мягкие конденсированные среды. Общие сведения. Основные свойства мягких конденсированных сред**

Что такое мягкие среды? Сложные жидкости. Самоорганизация. Примеры "мягких" материалов: эмульсии, пены, мембраны, магнитные жидкости, полимеры, жидкие кристаллы, гели, коллоиды, пасты, сурфактанты и т.д. Межмолекулярные взаимодействия, силы, характерные энергии и времена, структурная организация, динамика, фазовые переходы, параметры порядка, законы скейлинга, полидисперсность и распределения, вязкоэластичность, временные шкалы.

### **Мягкие конденсированные среды. Общие сведения. Основные свойства мягких конденсированных сред**

Что такое мягкие среды? Сложные жидкости. Самоорганизация. Примеры "мягких" материалов: эмульсии, пены, мембраны, магнитные жидкости, полимеры, жидкие кристаллы, гели, коллоиды, пасты, сурфактанты и т.д. Межмолекулярные взаимодействия, силы, характерные энергии и времена, структурная организация, динамика, фазовые переходы, параметры порядка, законы скейлинга, полидисперсность и распределения, вязкоэластичность, временные шкалы.

### **Взаимодействия в мягких средах. Силы, энергии, временные масштабы в конденсированных средах**

Кулоновские взаимодействия, потенциал Ван-дер-Ваальса, водородная связь, гидрофобные и гидрофильные эффекты, модельные потенциалы взаимодействия, кулоновские взаимодействия, потенциал Леннарда-Джонса, взаимодействие обеднения, дисперсионные взаимодействия

### **Вязкое, упругое и вязкоупругое поведение мягких конденсированных сред**

Отклик материи на сдвиговое напряжение, Тело Гука и Ньютоновская жидкость, Понимание механического отклика материи на молекулярном уровне, Отклик различных жидкостей на приложенное напряжение

### **Фазовые переходы**

Симметрия и параметры порядка. Фазовые переходы 1 и 2 рода. Феноменологическая теория фазовых переходов. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Теории среднего поля. Энтропийные фазовые переходы. Теория Ландау фазовых переходов. Флуктуации и отклик на внешние поля

### **Коллоидные системы**

Примеры коллоидных частиц в жидкости. Закон Стокса. Броуновское движение, флуктуационно-диссипативная теорема и уравнение Стокса-Эйнштейна. Силы, действующие между коллоидными частицами. Эффект Казимира. Силы электростатического двойного слоя: уравнение Пуассона-Больцмана и теория Дебая-Хюккеля. Типы коллоидов и их образование. Самоорганизация и фазовое поведение. Заряды и стабилизация. Дефекты структур. Гидродинамические эффекты в коллоидных суспензиях. Характерные времена в динамике коллоидов. Зародышеобразование в коллоидных системах

### **Самоорганизация амфифилов**

Сурфактанты: определение, приложения, взаимодействия, самоорганизация. Типы амфифилов. Образование мицелл и критическая концентрация. Биологические системы.

### **Приложения физики мягких конденсированных сред в нанотехнологии**

Нано- и микроструктурированные материалы.  
Композитные материалы.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Вшивков С. А.,Зубарев А. Ю.,Сафронов А. П. Самоорганизация, фазовые переходы и свойства анизотропных сред в магнитном и механическом полях/С.А. Вшивков, А.Ю. Зубарев, А.П. Сафронов.- Екатеринбург:Издательство АМБ,2011, ISBN 978-5-8057-0770-5.-383.-Библиогр.: с.331-380
2. Гросберг А. Ю.,Хохлов А. Р. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики/А. Ю. Гросберг, А. Р. Хохлов.-Долгопрудный:Интеллект,2010, ISBN 978-5-91559-087-7.-30412.-Библиогр.: с. 300-303 (55 назв.)
3. Румянцев А. В. Введение в физику конденсированного состояния вещества:Учебное пособие/Румянцев А. В..-Калининград:Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта,2012, ISBN 978-5-9971-0221-0.-119.

### Дополнительная:

1. Клеман М.,Лаврентович О. Д. Основы физики частично упорядоченных сред: жидкие кристаллы, коллоиды, фрактальные структуры, полимеры и биологические объекты/М. Клеман, О. Д. Лаврентович ; ред.: С. А. Пикин, В. Е. Дмитриенко ; пер. с англ. Е. Б. Логинова [и др.].-Москва:Физматлит,2007, ISBN 978-5-9221-0699-3.-680.-Библиогр. в подстроч. примеч.
2. Рамбиди Н. Г. Структура полимеров - от молекул до наноансамблей:[учебное пособие для вузов]/Н. Г. Рамбиди.-Долгопрудный:Интеллект,2009, ISBN 978-5-91559-016-7.-264.-Библиогр. в конце глав

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Термодинамика мягких конденсированных сред** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

1 Рабочие тетради

2 Ресурсы Научной библиотеки ПГНИУ <http://www.library.psu.ru/node/738>

3 Электронные мультимедийные учебники и учебные пособия, в том числе предоставляемые цифровой библиотекой ПГНИУ «ELiS».

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

- Программный пакет, система компьютерной алгебры - Maple версия 13 и выше.

**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Термодинамика мягких конденсированных сред**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.2</b> готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты</p>	<p>- знать: основные методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники; - уметь: применять основные методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники; - владеть способностью анализировать результаты исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники;</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>не знает основные методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники; не умеет применять основные методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники; не владеет способностью анализировать результаты исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники;</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>знает основные методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники;</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>знает основные методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники; умеет применять основные методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники;</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>знает основные методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники; умеет применять основные методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники; владеет способностью анализировать результаты исследований и измерений параметров и характеристик изделий</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>нанотехнологии и микросистемной техники;</p>
<p><b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<p>- знать: основные теоретические и экспериментальные методы и средства решения профессиональных задач; - уметь: формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники; - владеть: навыками выбора теоретических и экспериментальных методов и средств решения сформулированных задач;</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>не знает основные теоретические и экспериментальные методы и средства решения профессиональных задач; не умеет формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники; не владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов и средств решения сформулированных задач;</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>знает основные теоретические и экспериментальные методы и средства решения профессиональных задач;</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>знает основные теоретические и экспериментальные методы и средства решения профессиональных задач; умеет формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники;</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>знает основные теоретические и экспериментальные методы и средства решения профессиональных задач; умеет формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники; владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов и средств решения сформулированных задач;</p>



**Оценочные средства**  
схема доставки 7751

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 45 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 45 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p> <p><b>ПК.2</b> готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты</p>	<p>Взаимодействия в мягких средах. Силы, энергии, временные масштабы в конденсированных средах</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Кулоновские взаимодействия, потенциал Ван-дер-Ваальса, водородная связь, гидрофобные и гидрофильные эффекты, модельные потенциалы взаимодействия, кулоновские взаимодействия, потенциал Леннарда-Джонса, взаимодействие обеднения, дисперсионные взаимодействия</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p> <p><b>ПК.2</b> готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты</p>	<p>Фазовые переходы</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Симметрия и параметры порядка. Фазовые переходы 1 и 2 рода. Феноменологическая теория фазовых переходов. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Теории среднего поля. Энтропийные фазовые переходы. Теория Ландау фазовых переходов. Флуктуации и отклик на внешние поля</p>
<p><b>ПК.1</b> готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p> <p><b>ПК.2</b> готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты</p>	<p>Приложения физики мягких конденсированных сред в нанотехнологии</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Нано- и микроструктурированные материалы. Композитные материалы.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Взаимодействия в мягких средах. Силы, энергии, временные масштабы в конденсированных средах

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Решение одного задания контрольной работы - правильное решение 1 балл - неправильное решение 0 баллов (Всего 8 заданий)	1
Ответ на вопрос контрольной работы - правильный ответ 1 балл - неправильное ответ 0 баллов (Всего 7 заданий)	1

### Фазовые переходы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Дан полный и развернутый ответ на вопрос. Ответ сопровождается поясняющими рисунками и графиками. (Всего 15 заданий)	2
При ответе на вопрос допущены незначительные ошибки или не сделаны поясняющие рисунки и графики там, где это требуется.	1
Ответ на вопрос отсутствует или дан неверно.	0

### Приложения физики мягких конденсированных сред в нанотехнологии

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Дан полный и развернутый ответ на вопрос билета. Все выводы формул сопровождаются текстовыми пояснениями. Сделаны поясняющие рисунки и графики.	40
Дан полный ответ на вопрос билета. Допущены небольшие ошибки при выводе формул или есть неточности в пояснениях и определениях, или не сделаны поясняющие рисунки и графики.	28
Содержание вопроса не раскрыто. При выводе формул допущены грубые ошибки. Нет никаких поясняющих рисунков и графиков.	17
Раскрыто общее содержание вопроса. Вывод формул не сопровождается пояснениями. Отсутствуют поясняющие графики и рисунки.	1

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра менеджмента**

Авторы-составители: **Елохов Александр Михайлович**  
**Попова Елена Сергеевна**

Рабочая программа дисциплины  
**УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ**  
Код УМК 35980

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №11  
от «27» мая 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016

## 1. Наименование дисциплины

Управление качеством

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Экономический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( Т.В.Миролюбова )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Управление качеством** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ОК.2** способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	36
<b>Проведение лекционных занятий</b>	12
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	72
<b>Формы текущего контроля</b>	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (4 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>4 триместр</b>	<b>108</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>72</b>
Управление качеством.Первый семестр	92	12	0	18	62
Раздел 1. Основы квалиметрии	26	2	0	4	20
Тема 1. Сущность и роль качества в рыночной экономике.	10	0	0	0	10
Тема 2. Квалиметрия как наука. Методы и области практического применения	8	2	0	1	5
Тема 3. Методы оценки эффективности повышения качества	8	0	0	3	5
Раздел 2. Система управления качеством	38	4	0	8	26
Тема 4.Система управления качеством.	14	2	0	2	10
Тема 5. Эволюция подходов к управлению качеством	12	0	0	4	8
Тема 6. Создание и документирование систем менеджмента качества	12	2	0	2	8

Наименование тем и разделов	Всего ак. час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
Раздел 3. Методы управления качеством	28	6	0	6	16
Тема 7. Методы управления качеством	9	2	0	2	5
Тема 8. Стандартизация в управлении качеством	9	2	0	2	5
Тема 9. Сертификация продукции	10	2	0	2	6
Исследовательский проект	16	0	0	6	10



## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Управление качеством. Первый семестр**

Внутрифирменные и внешние факторы, обусловившие необходимость повышения качества продукции в условиях мирового рынка. Значение повышения качества для России. Предмет курса, его содержание, место в системе экономических дисциплин.

Качество: философский, технический, правовой, социологический, экономический аспекты понятия. Качество продукции и качество услуг. Качество и потребительная стоимость. Качество продукции и конкурентоспособность фирмы. Качество и технический уровень продукции. Правовые последствия низкого качества.

### **Раздел 1. Основы квалиметрии**

#### **Тема 1. Сущность и роль качества в рыночной экономике.**

Внутрифирменные и внешние факторы, обусловившие необходимость повышения качества продукции в условиях мирового рынка. Значение повышения качества для России. Предмет курса, его содержание, место в системе экономических дисциплин.

Качество: философский, технический, правовой, социологический, экономический аспекты понятия. Качество продукции и качество услуг. Качество и потребительная стоимость. Качество продукции и конкурентоспособность фирмы. Качество и технический уровень продукции. Правовые последствия низкого качества.

#### **Тема 2. Квалиметрия как наука. Методы и области практического применения**

Квалиметрия как наука, ее роль, методы и принципы. Измерение качества: методы измерения, измерительные шкалы. Метрология.

Показатели качества продукции: понятие, классификация, общие требования к выбору показателей. Единичные и комплексные показатели. Базовые и относительные показатели. Показатели назначения, надежности, транспортабельности, безопасности, однородности, технологичности, стандартизации и унификации. Эргономические, эстетические, экологические, экономические, патентно-правовые показатели.

Методы определения показателей качества продукции. Понятие метода. Признаки классификации методов. Экспериментальный метод. Расчетный метод. Экспертный метод. Социологический метод. Уровень качества продукции: понятие, особенности определения, виды. Технический уровень качества. Уровень качества изготовления. Нормативный и технико-экономический уровни качества продукции. Этапы оценки уровня качества продукции. Выбор базовых образцов. Методы оценки уровня качества продукции. Дифференциальный метод. Комплексный метод. Смешанный метод. Определение уровня качества на этапах жизненного цикла продукции.

#### **Тема 3. Методы оценки эффективности повышения качества**

Затраты на качество. Состав и классификация затрат. Методика расчета затрат на качество. Зависимость затрат от стадии жизненного цикла продукции. Анализ и обобщение данных о затратах на качество.

Отчет по затратам на качество. Оптимизация затрат на качество продукции.

Эффективность повышения качества: понятие, принципы, подходы к определению. Внешние эффекты повышения качества продукции: понятие, виды, методы расчета. Внутренние эффекты повышения качества продукции: понятие, виды, методы расчета.

### **Раздел 2. Система управления качеством**

#### **Тема 4. Система управления качеством.**

Качество продукции как объект управления. Цикл управления: необходимость, состав понятий. Структура объекта управления. Факторы, и условия оказывающие влияние на качество продукции: понятие, классификация. Технические факторы. Организационные факторы. Экономические факторы. Условия улучшения качества: понятие и виды. Общие условия. Частные условия. Система управления качеством продукции: принципы, состав, механизм управления качеством. Субъектная структура управления качеством. Процессы управления. Программа Деминга: три прагматические аксиомы, 14 принципов, цепная реакция и цикл управления. Модель системы менеджмента качества в стандартах ИСО-9000.

#### **Тема 5. Эволюция подходов к управлению качеством**

Основные этапы развития деятельности по управлению качеством. Контроль качества. Комплексное управление качеством. Тотальное управление качеством: понятие, основные элементы. Акцент на потребителя. Внимание процессам. Вовлечение в работу всего персонала. Постоянное улучшение. Лидерство высшего руководящего звена. Базирование решений на фактах. Современные тенденции и направление развития управление качеством. Состояние управления качеством в России. Системный подход к вопросам управления качеством: понятие, основные этапы становления и развития. Особенности управления качеством продукции в системах: бездефектного изготовления продукции (БИП), качество, надежность, ресурс с первых изделий (КАНАРСПИ), научная организация работ по повышению моторесурса (НОРМ), бездефектного труда (СБТ), комплексной системе управления качеством продукции (КС УКП). Управление качеством продукции за рубежом. Управление качеством продукции в США. Особенности управления качеством продукции в европейских странах. Японский опыт управления качеством.

#### **Тема 6. Создание и документирование систем менеджмента качества**

Организация разработки и внедрения системы менеджмента качества. Основные принципы разработки системы менеджмента качества. Содержание этапов разработки системы менеджмента качества: организация работ; создание и введение в действие системы качества; аудит и сертификация системы менеджмента качества. Понятие, необходимость и задачи документирования системы менеджмента качества. Требования к документации по качеству. Порядок разработки и состав основополагающих документов системы менеджмента качества: политика, руководство, процедуры, инструкции, записи по качеству.

### **Раздел 3. Методы управления качеством**

#### **Тема 7. Методы управления качеством**

Политика и планирование качества. Уровни планирования. Формы и методы планирования. Технология развертывания функций качества. Семь инструментов планирования качества: диаграмма связности, диаграмма взаимосвязи, древовидная диаграмма, матричная диаграмма, диаграмма принятия решения, стрелочная диаграмма. Целевые программы по качеству. Стратегия обеспечения качества. Организация работ по качеству. Структура, задачи службы управления качеством. Совершенствование организации управления качеством: процессный подход, признание внутренних потребителей, организация на основе команд, снижение степени иерархичности. Практика совершенствования организационных структур корпоративных служб качества. Мотивация повышения качества. Мотивация персонала на основе вознаграждения за качественный труд. Ценовое стимулирование организации за качество продукции. Премии фирмам в области

качества: российская и зарубежные модели. Лидерство и атмосфера качества в организации. Контроль качества. Понятие, назначение, виды, организация. Методы контроля качества. Статистический контроль качества. Семь инструментов статистического контроля качества: причинно-следственная диаграмма, контрольные листки, гистограммы, диаграммы разброса, диаграммы Парето, стратификация, контрольные карты. Технология анализа возможности возникновения и влияния дефектов на потребителя. Улучшение качества. Инструменты непрерывного совершенствования качества: цикл Деминга, методология шести сигм, бережливое производство, бенчмаркинг, реинжиниринг, предотвращение ошибок, кайдзен, самооценка.

### **Тема 8. Стандартизация в управлении качеством**

Сущность, цели и принципы технического регулирования. Виды технических регламентов. Федеральный закон «О техническом регулировании»: основные понятия, содержание разделов, порядок применения. Стандартизация продукции в России: понятие, цели, принципы, виды, значение, организация. Система стандартов: национальные, стандарты организаций. Процедура разработки и утверждения стандартов. Методы стандартизации: унификация, агрегирование, опережающая и комплексная стандартизация. Международные стандарты ИСО серии 9000: назначение, состав и структура стандартов. Состав и характеристика элементов систем качества. Особенности отдельных стандартов ИСО 9000. Развитие стандартов ИСО серии 9000.

### **Тема 9. Сертификация продукции**

Сущность, цели виды и формы сертификации. Добровольное подтверждение соответствия. Обязательное подтверждение соответствия. Декларирование соответствия. Обязательная сертификация. Порядок сертификации и организация работ по сертификации продукции в России. Инспекционный контроль за сертифицированной продукцией. Сущность, цели и принципы аккредитации. Международный опыт сертификации продукции. Международные организации, занимающиеся сертификацией продукции. Опыт организации сертификации продукции в европейских странах. Особенности сертификации продукции в США, Японии.

### **Исследовательский проект**

Деловая игра. На основе изучения теоретических и методических материалов по созданию и документированию системы управления качеством разработать основные документы системы.

В результате студент должен знать:

- содержание основных документов системы управления качеством;
  - порядок описания процессов системы управления качеством;
- уметь:
- составлять основные документы системы управления качеством;
  - проводить процессное описание системы управления качеством;
- владеть:

- технологией процессного описания системы управления качеством с помощью IDEFO и инструментальной среды VPwin 4.1.
- правилами заполнения документов системы управления качеством .

Для успешного выполнения данной работы студенту необходимо знать материал лекции, освещающей

данный вопрос, по дисциплине управление качеством.

Структура. Проект состоит из введения, первой и второй частей, которые следует структурировать по главам и/или параграфам, заключения (2-3 абзаца), сносок и списка литературы.

Во введении следует раскрыть историю организации, ее место на рынке, основную деятельность, показатели качества.

Первая часть работы должна быть посвящена предпосылкам формирования системы менеджмента качества и содержать приказ о создании СМК, график работ, процессное описание организации.

Во второй части необходимо осветить процесс документирования СМК с приложением основных документов: политики в области качества, руководства по качеству, основных процедур, инструкций, форм записей о качестве.

Порядок работы. 1. Образуются рабочие группы численностью не более 2 человек, которые знакомятся с процессным описанием и документацией системы управления качеством. 2. Разрабатываются основные части деловой игры. 3. Составляется отчет, который должен содержать:

- тему и цель работы;
- процессное описание системы управления качеством;
- основные документы системы управления качеством: политика в области качества, руководство по качеству, основные процедуры, инструкции, формы записей о качестве.

Работа должна занимать не менее 20 страниц печатного текста формата А4, включая таблицы и рисунки. Шрифт - Times New Roman 12, интервал – 1,5. Проект оценивается по 5-ти балльной системе. Критерии оценки отчета по деловой игре.

Оценку «отлично» (5 баллов) ставят в случае, если на основе глубокого изучения первоисточников студент выполнил самостоятельный анализ фактического материала, сделал самостоятельные выводы с основательной аргументацией, работа содержит элементы научного творчества. Оценку «хорошо» (4 балла) ставят в случае, если студент качественно и в полном объеме выполнил документирование СМК, работа содержит элементы практического опыта организаций в области управления качеством. Оценку «удовлетворительно» (3 балла) ставят в случае, если студент выполнил основные работы по созданию СМК, имеются недостатки, просчеты, ошибки, работа имеет поверхностный характер. Оценку «неудовлетворительно» (2 балла) ставят в случае, если студент не выполнил основные работы по созданию СМК, имеются существенные недостатки, грубые просчеты, ошибки, работа содержит элементы плагиата.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Азаров В. Н. Всеобщее управление качеством: Учебник/Азаров В. Н..-Москва: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013, ISBN 978-5-89035-672-7.-572.
2. Усманов Ю. А. Управление качеством ремонта технических средств железнодорожного транспорта: Учебное пособие/Усманов Ю. А..-Москва: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2010, ISBN 978-5-9994-0074-1.-384.

### Дополнительная:

1. Горбашко Е. А. Управление качеством: учебное пособие для вузов/Е. А. Горбашко.-СПб.: Питер, 2008, ISBN 978-5-91180-794-8.-384.-Библиогр.: с. 381-382
2. Герасимов Б. И., Злобина Н. В., Спиридонов С. П. Управление качеством: учеб. пособие для студентов вузов/Б. И. Герасимов, Н. В. Злобина, С. П. Спиридонов.-М.: Кнорус, 2007, ISBN 978-5-85971-0.-272.- Библиогр. в конце глав
3. Ершов А. К. Управление качеством: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Экономика и управление на предприятии (полиграфия)" и "Материаловедение и технология новых материалов"/А. К. Ершов.-М.: Логос, 2008, ISBN 978-5-98704-225-0.-288.-Библиогр.: с. 278-283
4. Салимова Т. А. Управление качеством: учебник для вузов/Т. А. Салимова.-М.: Омега-Л, 2008, ISBN 978-5-370-00902-0.-416.-Библиогр.: с. 380-381
5. Елохов А. М. Управление качеством продукции на предприятии. учебное пособие Ч. 2. Система качества/Федеральное агентство по образованию, Перм. гос. ун-т.-Пермь, 2006, ISBN 5-7944-0681-Х.-326.-Библиогр.: с. 312-326

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Управление качеством** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

В учебном процессе для освоения дисциплины "Управление качеством" могут использоваться компьютерное и мультимедийное оборудование: лекции готовятся в формате презентаций (MS Power Point), где отражаются ключевые содержательные моменты материалов курса.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

В учебном процессе для освоения дисциплины "Управление качеством" могут использоваться следующие информационные технологии: MS Office.

**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Управление качеством**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ОК.2</b> способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом</p>	<p>Знать: основные современные методики моделирования бизнес-процессов управления качеством и их реинжиниринга Уметь: проводить моделирование бизнес-процессов управления качеством и их реинжиниринг Владеть: практическими навыками моделирования бизнес-процессов управления качеством и их реинжиниринга с использованием программных средств</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Отсутствие знаний в области управления качеством. Не знает основ дисциплины, необходимых при формировании компетенции. Отсутствие умений проводить моделирование бизнес-процессов управления качеством и их реинжиниринг, и навыков моделирования бизнес-процессов управления качеством.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Обучающийся не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания в сфере управления качеством для анализа практических ситуаций. Подтверждает освоение компетенции.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Обучающийся показал полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы. Правильное применение теоретических положений к оценке практических ситуаций в сфере управления качеством. Демонстрирует хороший уровень освоения материала, практическими навыками моделирования бизнес-процессов управления качеством и их реинжиниринга. с использованием программных средств</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания теоретического материала, демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, умеет проводить моделирование бизнес-процессов управления качеством и их реинжиниринг подтверждает полное освоение компетенции. Владеет практическими навыками моделирования</p>



<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<b>Отлично</b> бизнес-процессов управления качеством и их реинжиниринга. с использованием программных средств

**Оценочные средства**  
схема доставки 7165

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОК.2</b> способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	Тема 3. Методы оценки эффективности повышения качества <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать: терминологию системы управления качеством и обеспечения конкурентоспособности с позиции рационального использования финансовых ресурсов компании Уметь: составлять документы системы управления качеством и обеспечения конкурентоспособности с позиции рационального использования финансовых ресурсов компании Владеть: технологиями управления качеством и обеспечения конкурентоспособности с позиции рационального использования финансовых ресурсов компании. Проводится в форме теста

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОК.2</b> способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом</p>	<p>Тема 6. Создание и документирование систем менеджмента качества <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать: терминологию системы управления качеством и обеспечения конкурентоспособности с позиции рационального использования финансовых ресурсов компании Уметь: составлять документы системы управления качеством и обеспечения конкурентоспособности с позиции рационального использования финансовых ресурсов компании Владеть: технологиями управления качеством и обеспечения конкурентоспособности с позиции рационального использования финансовых ресурсов компании. Проводится в форме теста</p>
<p><b>ОК.2</b> способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом</p>	<p>Тема 9. Сертификация продукции <b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать: основные современные методики моделирования бизнес-процессов управления качеством и их реинжиниринга Уметь: проводить моделирование бизнес-процессов управления качеством и их реинжиниринг Владеть: практическими навыками моделирования бизнес-процессов управления качеством и их реинжиниринга. с использованием программных средств. Проводится в форме теста</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Тема 3. Методы оценки эффективности повышения качества

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Дан правильный ответ на вопрос теста	2
Дан неполный ответ на вопрос теста (выбраны не все возможные ответы)	1

#### Тема 6. Создание и документирование систем менеджмента качества

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Дан правильный ответ на вопрос теста	2
Дан неполный ответ на вопрос теста (выбраны не все возможные ответы)	1

### **Тема 9. Сертификация продукции**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **18**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Дан правильный ответ на вопрос теста	2
Дан неверный ответ на вопрос теста	1

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физики твердого тела**

**Авторы-составители: Салгаева Ульяна Олеговна  
Волынцев Анатолий Борисович**

Рабочая программа дисциплины  
**ЭЛЕМЕНТЫ ФОТОННЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ**  
Код УМК 87748

Согласовано:  
Учебно-методическое управление  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Утверждено на заседании кафедры  
Протокол №1  
от «15» сентября 2016 г.  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Пермь, 2016

## 1. Наименование дисциплины

Элементы фотонных интегральных схем

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

Физический факультет

Декан \_\_\_\_\_ ( К.А.Гаврилов )

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Элементы фотонных интегральных схем** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ПК.3** готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники

**ПК.8** способность проектировать элементы и приборы nano- и микросистемной техники с использованием типовых пакетов прикладных программ с учетом заданных требований

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	1
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение лекционных занятий</b>	24
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	96
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (1 триместр)

#### Тематический план

Наименование тем и разделов	Всего ак.час	Аудиторные занятия			самостоятельная работа
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	
<b>1 триместр</b>	<b>144</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>96</b>
Часть 1. Оптические волноводы и методы их формирования	48	8	0	8	32
Часть 2. Основные элементы фотонных интегральных схем	48	8	0	8	32
Часть 3. Электрические элементы фотонных интегральных схем	48	8	0	8	32



## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Часть 1. Оптические волноводы и методы их формирования**

Основные приложения ФИС, основные понятия и терминология, предмет изучения. Рассматриваются вопросы развития физики оптических волноводов. Теория оптических волноводов. Рассматриваются теоретические основы распространения излучения в слабонаправляющих и сильнонаправляющих симметричных и асимметричных волноводах. Даются методы расчета числа оптических мод в канальном волноводе и режим его работы в составе ФИС. Методы формирования волноводов. Рассматриваются основные методы формирования оптических волноводов в аморфных и кристаллических прозрачных средах, их преимущества и технологические ограничения.

### **Часть 2. Основные элементы фотонных интегральных схем**

Рассматриваются основные элементы фотонных интегральных схем: прямой волновод, Y-разветвитель и соединитель, кольцевые резонаторы, многомодовые соединители, направленные ответвители. Методы ввода/вывода излучения в фотонную интегральную схему. Рассматриваются методы ввода и вывода излучения в систему волноводов ФИС: метод торцевого ввода, метод призмного ввода, метода ввода с помощью решетки. Рассматриваются методы вывода излучения из ФИС и методы метрологической оценки параметров выходного излучения.

### **Часть 3. Электрические элементы фотонных интегральных схем**

Рассматривается структура управляющих элементов активных ФИС, методы формирования волноводной структуры. Дается расчет значения управляющего напряжения для ФИС и оценка точностных требований к формируемой системе электродов.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что лекция эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке преподавателем необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации. Кроме того, во время лекции имеет место прямой визуальный и эмоциональный контакт обучающегося с преподавателем, обеспечивающий более полную реализацию воспитательной компоненты обучения.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Интегральные устройства радиоэлектроники. Часть 1. Основные структуры полупроводниковых интегральных схем. Учебное пособие.-Томск:Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,2012.Интегральные устройства радиоэлектроники. Часть 1. Основные структуры полупроводниковых интегральных схем/Романовский М. Н..-2012.-123
2. Архипкин В. Г. Фотонные кристаллы и наноконпозиты. Структурообразование, оптические и диэлектрические свойства/Архипкин В. Г..-Новосибирск:Сибирское отделение РАН,2009, ISBN 978-5-7692-1096-9.-257.
3. Интегральные устройства радиоэлектроники. Часть 2. Элементы интегральных схем и функциональные устройства. Учебное пособие.-Томск:Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,2012.Интегральные устройства радиоэлектроники. Часть 2. Элементы интегральных схем и функциональные устройства/Романовский М. Н..-2012.-127

### Дополнительная:

1. Метрология и методы оптико-физических измерений:сборник научных трудов молодых учёных и специалистов.-Москва:Издательство стандартов,1974.-39.
2. Метрология, стандартизация и сертификация. Часть 1. Метрология. Учебно-методический комплекс.-Белгород:Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ,2011.Метрология, стандартизация и сертификация. Часть 1. Метрология/Пучка О. В..-2011.-90
3. Азанова И. С.,Шевцов Д. И. Физические свойства и структура волоконно-оптических систем:учебно-методическое пособие/И. С. Азанова, Д. И. Шевцов.-Пермь,2012, ISBN 978-5-7944-1918-4,2-е изд..-1.
4. Ландсберг Г. С. Оптика:учеб. пособие для физич. спец. вузов/Г. С. Ландсберг.-М.:Наука,1976.-927.

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ ( Н.А.Петрова )

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Элементы фотонных интегральных схем** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: Информационные технологии не используются

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Маркерная доска, мультимедийный проектор, экран, компьютер

**Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
Элементы фотонных интегральных схем**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники</p>	<p>Знать основные оптические и электрические элементы фотонных интегральных схем, и методы их формирования и соединения; Владеть основными методами расчета отдельных элементов фотонных интегральных схем.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не знает основные оптические и электрические элементы фотонных интегральных схем, и методы их формирования и соединения. Не может предложить состав и топологию фотонной интегральной схемы в соответствии с поставленной задачей из области фотоники.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Нет систематических знаний об основных оптических и электрических элементах фотонных интегральных схем, и методах их формирования и соединения. Может предложить только топологию или состав фотонной интегральной схемы в соответствии с поставленной задачей из области фотоники. Частично владеет основными методами расчета отдельных элементов фотонных интегральных схем.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает основные оптические и электрические элементы фотонных интегральных схем, и методы их формирования и соединения. Может предложить только топологию или состав фотонной интегральной схемы в соответствии с поставленной задачей из области фотоники. Владеет не всеми основными методами расчета отдельных элементов фотонных интегральных схем.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Знает основные оптические и электрические элементы фотонных интегральных схем, и методы их формирования и соединения. Может предложить состав и топологию фотонной интегральной схемы в соответствии с поставленной задачей из области фотоники. Владеет основными методами расчета отдельных элементов фотонных интегральных схем.</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.8</b>  способность проектировать элементы и приборы нано- и микросистемной техники с использованием типовых пакетов прикладных программ с учетом заданных требований</p>	<p>Быть способным предложить состав и топологию фотонной интегральной схемы в соответствии с поставленной задачей из области фотоники.</p>	<p><b>Неудовлетворительно</b>  Не знает основные оптические и электрические элементы фотонных интегральных схем, и методы их формирования и соединения. Не может предложить состав и топологию фотонной интегральной схемы в соответствии с поставленной задачей из области фотоники.</p> <p><b>Удовлетворительно</b>  Нет систематических знаний об основных оптических и электрических элементах фотонных интегральных схем, и методах их формирования и соединения. Может предложить только топологию или состав фотонной интегральной схемы в соответствии с поставленной задачей из области фотоники. Частично владеет основными методами расчета отдельных элементов фотонных интегральных схем.</p> <p><b>Хорошо</b>  Знает основные оптические и электрические элементы фотонных интегральных схем, и методы их формирования и соединения. Может предложить только топологию или состав фотонной интегральной схемы в соответствии с поставленной задачей из области фотоники. Владеет не всеми основными методами расчета отдельных элементов фотонных интегральных схем.</p> <p><b>Отлично</b>  Знает основные оптические и электрические элементы фотонных интегральных схем, и методы их формирования и соединения. Может предложить состав и топологию фотонной интегральной схемы в соответствии с поставленной задачей из области фотоники. Владеет основными методами расчета отдельных элементов фотонных интегральных схем.</p>

**Оценочные средства**  
схема доставки Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.8</b> способность проектировать элементы и приборы нано- и микросистемной техники с использованием типовых пакетов прикладных программ с учетом заданных требований	Часть 1. Оптические волноводы и методы их формирования <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знание методов формирования оптических волноводов в различных средах, а также анализ полученных структур.
<b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники	Часть 2. Основные элементы фотонных интегральных схем <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знание основных элементов фотонных интегральных схем и методов ввода/вывода излучения в ФИС. Владение метрологической оценкой выходного излучения.
<b>ПК.3</b> готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники	Часть 3. Электрические элементы фотонных интегральных схем <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знать методы и технологии нанесения электрических элементов ФИС. Уметь рассчитывать и оценивать величину управляющего напряжения.

**Спецификация мероприятий текущего контроля**

**Часть 1. Оптические волноводы и методы их формирования**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**  
 Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Методы формирования оптических волноводов в аморфных и кристаллических прозрачных средах, их преимущества и технологические ограничения.	10
Расчет числа оптических мод в канальном волноводе и режим его работы в составе ФИС.	10
Распространения излучения в слабонаправляющих и сильнонаправляющих симметричных и асимметричных волноводах.	10

### **Часть 2. Основные элементы фотонных интегральных схем**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**  
 Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Методы ввода и вывода излучения в систему волноводов ФИС: метод торцевого ввода, метод призмного ввода, метода ввода с помощью решетки.	20
Основные элементы фотонных интегральных схем: прямой волновод, Y-разветвитель и соединитель, кольцевые резонаторы, многомодовые соединители, направленные ответвители.	15
Метрологическая оценка параметров выходного излучения.	5

### **Часть 3. Электрические элементы фотонных интегральных схем**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**  
 Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание технологии и методов формирования управляющих электродов на поверхности ФИС.	10
Оценка точностных требований к формируемой системе управляющих электродов.	10
Расчет значения управляющего напряжения для ФИС.	10