



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)  
Институт наукоемких технологий и передовых материалов (Школа)

**Сборник  
аннотаций рабочих программ дисциплин (модулей), практик**

***НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ***  
***11.03.04 Электроника и наноэлектроника***  
***Программа бакалавриата***  
***Нанотехнологии в электронике***

Форма обучения: *очная*  
Нормативный срок освоения программы  
(*очная форма обучения*): 4 года  
Год начала подготовки: 2023

Владивосток  
2023

## Содержание

Основы цифровой грамотности.....	2
Основы алгоритмизации и программирования.....	4
Математический анализ .....	5
Линейная алгебра и аналитическая геометрия .....	7
Векторный и тензорный анализ.....	9
Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление .....	11
Вероятность в статистической механике и квантовой физике .....	13
Механика.....	15
Молекулярная физика.....	17
Электричество и магнетизм .....	20
Оптика .....	23
Неорганическая, органическая и физическая химия.....	26
Квантовая теория .....	29
Термодинамика и статистическая физика .....	31
Материалы электронной техники.....	33
Физические основы электроники .....	36
Схемотехника .....	38
Методы математической физики.....	41
Программирование для физических задач .....	43
Информатика и физические основы информационных технологий .....	48
Физика магнитных явлений .....	50
Основы технологии электронной компонентной базы .....	52
Методы исследования наноструктур и наноматериалов .....	56
Кристаллическая структура поверхности твердых тел.....	60
Зондовые нанотехнологии в электронике. Основы нанолитографии ...	63
Сканирующие зондовые микроскопы. Литографические методы в электронике.....	66
Критические явления в конденсированном состоянии.....	69
Процессы на поверхности раздела фаз .....	72
Электронная структура поверхности твердого тела .....	75
Фазовые переходы .....	78
Задачи дисциплины:.....	78

## Аннотация рабочей программы дисциплины

### Основы цифровой грамотности

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы / 108 академических часов. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на первом курсе и завершается *экзаменом*. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 18 часов, практических 36 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 54 часа, в том числе 27 часов на подготовку к экзамену.

#### Язык реализации: русский.

**Цель** – формирование у студентов углубленных теоретических знаний в области, соответствующей профилю подготовки.

#### Задачи

Изучение основ цифровой грамотности и обработки данных.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции (элементы компетенций):

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Осуществляет поиск, сбор информации с помощью компьютерных технологий
		УК-1.2 Применяет информационные продукты для обработки и анализа информации, следуя принципам критической оценки и верификации источников
Коммуникация	УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке	УК-4.1 Применяет информационные продукты в деловой коммуникации для достижения поставленной цели

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК 6.1 Применяет цифровые инструменты для организации своей работы и саморазвития

## **Аннотация рабочей программы дисциплины Основы алгоритмизации и программирования**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы / 108 академических часов. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на первом курсе и завершается *зачетом*. Учебным планом предусмотрено проведение лабораторных работ в количестве *32 часов*, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – *76 часов*.

**Язык реализации: русский.**

**Цель:** формирование у студентов умения пользоваться современными инструментами программирования для анализа данных, моделирования физических процессов, численного решения дифференциальных уравнений, а также создания собственных программных решений для решения физических задач.

**Задачи:**

1. Ознакомление студентов с основными концепциями и языком программирования, включая базовые типы данных, переменные, операторы, условные конструкции и циклы.
2. Изучение основных алгоритмических структур, таких как массивы, функции, рекурсия и объектно-ориентированное программирование.
3. Обучение студентов использованию средств программирования для решения физических задач, включая численное решение дифференциальных уравнений, моделирование физических процессов, анализ данных и создание графических интерфейсов.
4. Развитие у студентов навыков работы в команде, включая разработку совместных проектов и обмен знаниями и опытом.
5. Формирование у студентов уверенности в своих знаниях и умениях, а также умения критически оценивать и улучшать свои программные решения.

Компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине

## **Аннотация рабочей программы дисциплины**

### **Математический анализ**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачётных единиц / 360 академических часов. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на первом курсе и завершается двумя экзаменами. Учебным планом предусмотрено проведение лекций в количестве 120 часов, практических занятий в количестве 120 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 118 часов.

#### **Язык реализации: русский.**

**Цель** - формирование и развитие личности студентов, их способностей к алгоритмическому и логическому мышлению, а также обучение основным математическим понятиям и методам математического анализа. Изучение курса математического анализа способствует расширению научного кругозора и повышению общей культуры будущего специалиста, развитию его мышления и становлению его мировоззрения. Оно позволяет будущему специалисту научно анализировать проблемы его профессиональной области (в том числе связанные с наблюдающимися в природе физическими явлениями, процессами и структурами), успешно решать разнообразные физические задачи в теоретических и прикладных аспектах, самостоятельно – используя современные образовательные и информационные технологии – овладевать той новой информацией, с которой ему придётся столкнуться в производственной и научной деятельности.

Изучение теоретического и алгоритмического аппарата математического анализа способствует развитию у будущих специалистов склонности и способности к творческому мышлению, выработке системного подхода к исследуемым явлениям, умения самостоятельно строить и анализировать математические модели различных физических систем.

#### **Задачи:**

- формирование устойчивых навыков по компетентностному применению фундаментальных положений математического анализа при изучении дисциплин профессионального цикла и научном анализе ситуаций, с которыми выпускнику приходится сталкиваться в профессиональной и общекультурной деятельности;
- освоение теории пределов последовательностей и функций, методов дифференциального и интегрального исчисления, понятия функций нескольких переменных, кратных, криволинейных и поверхностных интегралов, числовых рядов и рядов Фурье при решении практических задач;

обучение применению математического анализа для построения математических моделей реальных физических процессов.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций):

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научное мышление	ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК -1.2 Решает стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и (или) естественнонаучных знаний, методов математического анализа

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК -1.2 Решает стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и (или) естественнонаучных знаний, методов математического анализа	Знает физические законы и математические методы решения теоретических и прикладных задач.
	Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.
	Владеет навыками использования знаний физики, математики и математического анализа при решении задач теоретического и прикладного характера.

## **Аннотация рабочей программы дисциплины Линейная алгебра и аналитическая геометрия**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы / 108 академических часов. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на первом курсе и завершается *зачетом*. Учебным планом предусмотрено проведение лекций в количестве 48 часов, практических занятий в количестве 34 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 26 часов.

**Язык реализации: русский.**

### **Цель**

- формирование системы знаний, умений, навыков по использованию математических методов; математического языка; развитие умения применять знания для решения практических задач при изучении других дисциплин.
- воспитание высокой математической культуры, привитие навыков современных видов мышления, привитие навыков использования геометрических методов решения задач как составляющую фундаментальной подготовки квалифицированного специалиста в области ядерных физики и технологий.

### **Задачи:**

- формирование устойчивых навыков по компетентностному применению фундаментальных положений линейной алгебры при изучении дисциплин профессионального цикла и научном анализе ситуаций, с которыми выпускнику приходится сталкиваться в профессиональной и общекультурной деятельности;
- обучение применению методов линейной алгебры для построения математических моделей реальных физических процессов и анализа физических экспериментов;

- умение решать типичные задачи линейной алгебры, такие как решение линейных уравнений, выполнение операций над матрицами, нахождение собственных значений линейных операторов и т.д.;
- освоение фундаментальных понятий линейного оператора и его основные свойства.
- овладение аппаратом высшей математики (аналитической геометрии);
- приобретение базы, необходимой для изучения прикладных, информационных, специальных дисциплин.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций):

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научное мышление	ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК -1.2 Решает стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и (или) естественнонаучных знаний, методов математического анализа

## Аннотация рабочей программы дисциплины

### Векторный и тензорный анализ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы / 144 академических часа. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на втором курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекций в количестве 32 часов, практических занятий в количестве 32 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 80 часов, в том числе 36 часов на подготовку к экзамену.

**Язык реализации: русский.**

#### Цель

Ознакомление обучающихся с основами классической теории поля (векторный анализ), тензорной алгебры и тензорного анализа; а также в формировании навыков работы с такими математическими объектами как вектор и тензор, построения и использования криволинейных систем координат для дальнейшего освоения дисциплин специализации.

#### Задачи:

- ознакомление с основными понятиями и методами тензорного и векторного анализа;

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций):

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научное мышление	<b>ОПК-1</b> Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или)	<b>ОПК-1.1</b> Использует в профессиональной деятельности основы физико-математических и (или) естественных наук.
		<b>ОПК-1.2</b> Решает стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и (или) естественнонаучных знаний, методов математического анализа.

	естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности физических дисциплин.	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)	
<b>ОПК-1.1</b> Использует в профессиональной деятельности основы физико-математических и (или) естественных наук.	Знает формулировку фундаментальных законов природы и основные физические и математические законы; Умеет применять физические и математические законы для описания наблюдаемых явлений; Владеет навыками применения фундаментальных законов физики и математики	
<b>ОПК-1.2</b> Решает стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и (или) естественнонаучных знаний, методов математического анализа.	<u>Знает</u> физические законы и математические методы решения теоретических и прикладных задач; <u>Умеет</u> применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера; <u>Владеет</u> навыками использования знаний физики, математики и математического анализа при решении задач теоретического и прикладного характера	

**Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное**  
**исчисление**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы / 108 академических часов. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на втором курсе и завершается *зачетом*. Учебным планом предусмотрено проведение лекций в количестве 54 часов, практических занятий в количестве 36 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 18 часов.

**Язык реализации: русский.**

**Цель** — формирование представления об основных структурах и методах теории обыкновенных дифференциальных уравнений, ее месте и роли в системе естественных наук, формирование профессиональных компетенций, связанных с применением аппарата теории для решения прикладных задач, развитие логического мышления, повышение уровня математической культуры.

**Задачи:**

- приобретение умения интегрировать дифференциальные уравнения первого и высших порядков и системы уравнений, решать задачу Коши;
- приобретение умения поставленную задачу представить в виде дифференциального уравнения с начальными условиями;
- приобретение умения провести качественный анализ полученных решений, решить вопрос об их устойчивости.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций):

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научное мышление	<p>ОПК-1</p> <p>Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК -1.2</p> <p>Решает стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и (или) естественнонаучных знаний, методов математического анализа</p>

**Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**Вероятность в статистической механике и квантовой физике**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы / 108 академических часов. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на втором курсе и завершается *зачетом*. Учебным планом предусмотрено проведение лекций в количестве 40 часов, практических занятий в количестве 32 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 36 часов.

**Язык реализации: русский.**

**Цель** — приобретение систематизированных знаний по теории вероятностей и математической статистике и развитие навыков применения математического аппарат теории вероятностей и математической статистики к решению различных задач статистической механики и квантовой физики.

**Задачи:**

- изучение основных законов теории вероятностей и математической статистики;
- выработка навыков решения типовых задач;
- овладение методами теории вероятностей, применяемыми при решении задач статистической механики и квантовой физики.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций):

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.	ОПК-1.2. Решает стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и (или) естественнонаучных знаний, методов математического анализа.



## **Аннотация рабочей программы дисциплины**

### **Механика**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачётных единиц / 252 академических часа. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на 1 курсе и завершается экзаменом и зачетом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 50 часов, практических/лабораторных -104 часа, а также выделены часы на самостоятельную работу студента - 98 часов, в том числе 63 часа на подготовку к экзамену.

*Язык реализации: Русский*

#### **Цель**

Формирование у студентов ясных представлений об основных понятиях и законах физики, стиля физического мышления, современной научной картины мира. Курс физики должен прививать студентам высокую культуру моделирования всевозможных явлений и процессов, знакомить с научными методами, а также подготовить общетеоретическую базу для прикладных и профилирующих дисциплин (Материалы электронной техники, Физические основы электроники, Теоретические основы электротехники, Строение и свойства материалов, Физика полупроводников и низкоразмерных систем и др.).

#### **Задачи:**

- изучение основных физических явлений, овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями классической и современной физики, а также методами физического исследования;
- овладение приёмами и методами решения конкретных задач из различных областей физики;
- формирование навыков проведения физического эксперимента, освоение различных типов измерительной техники.
- показ неразрывной связи физики и техники.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций).

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Формулирует фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы	<u>Знает</u> основные физические законы; основные методы и приемы проведения физического эксперимента и способы обработки экспериментальных данных; основы взаимосвязи физики с техникой, производством и другими науками; наиболее важные и фундаментальные достижения физической науки <u>Умеет</u> применять законы физики для объяснения различных процессов; применять логические приемы мышления - анализ и синтез при решении задач; научно обосновывать принимаемые методы решения профессиональных задач <u>Владеет</u> методами теоретических и экспериментальных исследований в физике; навыками решения задач профессиональной деятельности с привлечением соответствующего физико-математического аппарата
		ОПК-1.2 Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	<u>Знает</u> как применять основные физические законы; основные методы и приемы проведения физического эксперимента и способы обработки экспериментальных данных; основы взаимосвязи физики с техникой, производством и другими науками; наиболее важные и фундаментальные достижения физической науки. <u>Умеет</u> применять законы физики для объяснения различных процессов; применять логические приемы мышления - анализ и синтез при решении задач; научно обосновывать принимаемые методы решения профессиональных задач. <u>Владеет</u> методами теоретических и экспериментальных исследований в физике; навыками решения задач профессиональной деятельности с привлечением соответствующего физико-математического аппарата.

## **Аннотация рабочей программы дисциплины**

### **Молекулярная физика**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачётных единиц / 288 академических часов. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на 1 курсе и завершается *экзаменом и зачетом*. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме *72 часа*, практических/лабораторных - *144 часа*, а также выделены часы на самостоятельную работу студента - *27 часов*

*Язык реализации: Русский*

#### **Цель**

Формирование у студентов ясных представлений об основных понятиях и законах физики, стиля физического мышления, современной научной картины мира. Курс физики должен прививать студентам высокую культуру моделирования всевозможных явлений и процессов, знакомить с научными методами, а также подготовить общетеоретическую базу для прикладных и профилирующих дисциплин (Материалы электронной техники, Физические основы электроники, Теоретические основы электротехники, Строение и свойства материалов, Физика полупроводников и низкоразмерных систем и др.).

#### **Задачи:**

- изучение основных физических явлений, овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями классической и современной физики, а также методами физического исследования;
- овладение приёмами и методами решения конкретных задач из различных областей физики;
- формирование навыков проведения физического эксперимента, освоение различных типов измерительной техники.
- показ неразрывной связи физики и техники.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Наименование показателя оценивания(результата обучения по дисциплине)	
ОПК-1.1. Формулирует фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы	Знает	<p>основные физические законы;</p> <p>основные методы и приемы проведения физического эксперимента и способы обработки экспериментальных данных;</p> <p>основы взаимосвязи физики с техникой, производством и другими науками</p> <p>наиболее важные и фундаментальные достижения физической науки</p>
	Умеет	<p>применять законы физики для объяснения различных процессов;</p> <p>применять логические приемы мышления - анализ и синтез при решении задач;</p> <p>научно обосновывать принимаемые методы решения профессиональных задач</p>
	Владеет	<p>методами теоретических и экспериментальных исследований в физике;</p> <p>навыками решения задач профессиональной деятельности с привлечением соответствующего физико-математического аппарата</p>
ОПК-1.2 Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Знает	<p>как применять основные физические законы;</p> <p>основные методы и приемы проведения физического эксперимента и способы обработки экспериментальных данных;</p> <p>основы взаимосвязи физики с техникой, производством и другими науками</p> <p>наиболее важные и фундаментальные</p>

		достижения физической науки
	Умеет	<p>применять законы физики для объяснения различных процессов;</p> <p>применять логические приемы мышления - анализ и синтез при решении задач;</p> <p>научно обосновывать принимаемые методы решения профессиональных задач</p>
	Владеет	<p>методами теоретических и экспериментальных исследований в физике;</p> <p>навыками решения задач профессиональной деятельности с привлечением соответствующего физико-математического аппарата</p>

## Аннотация рабочей программы дисциплины

### Электричество и магнетизм

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачётных единиц / 324 академических часа. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на 2 курсе и завершается *экзаменом и зачетом*. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме *80 часов*, практических/лабораторных - *160 часов*, а также выделены часы на самостоятельную работу студента - *48 часов*

*Язык реализации: Русский*

#### **Цель**

Формирование у студентов ясных представлений об основных понятиях и законах физики, стиля физического мышления, современной научной картины мира. Курс физики должен прививать студентам высокую культуру моделирования всевозможных явлений и процессов, знакомить с научными методами, а также подготовить общетеоретическую базу для прикладных и профилирующих дисциплин (Материалы электронной техники, Физические основы электроники, Теоретические основы электротехники, Строение и свойства материалов, Физика полупроводников и низкоразмерных систем и др.).

#### **Задачи:**

- изучение основных физических явлений, овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями классической и современной физики, а также методами физического исследования;
- овладение приёмами и методами решения конкретных задач из различных областей физики;
- формирование навыков проведения физического эксперимента, освоение различных типов измерительной техники.
- показ неразрывной связи физики и техники.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Наименование показателя оценивания(результата обучения по дисциплине)	
ОПК-1.1. Формулирует фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы	Знает	<p>основные физические законы;</p> <p>основные методы и приемы проведения физического эксперимента и способы обработки экспериментальных данных;</p> <p>основы взаимосвязи физики с техникой, производством и другими науками</p> <p>наиболее важные и фундаментальные достижения физической науки</p>
	Умеет	<p>применять законы физики для объяснения различных процессов;</p> <p>применять логические приемы мышления - анализ и синтез при решении задач;</p> <p>научно обосновывать принимаемые методы решения профессиональных задач</p>
	Владеет	<p>методами теоретических и экспериментальных исследований в физике;</p> <p>навыками решения задач профессиональной деятельности с привлечением соответствующего физико-математического аппарата</p>
ОПК-1.2 Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Знает	<p>как применять основные физические законы;</p> <p>основные методы и приемы проведения физического эксперимента и способы обработки экспериментальных данных;</p> <p>основы взаимосвязи физики с техникой, производством и другими науками</p> <p>наиболее важные и фундаментальные</p>

		достижения физической науки
	Умеет	<p>применять законы физики для объяснения различных процессов;</p> <p>применять логические приемы мышления - анализ и синтез при решении задач;</p> <p>научно обосновывать принимаемые методы решения профессиональных задач</p>
	Владеет	<p>методами теоретических и экспериментальных исследований в физике;</p> <p>навыками решения задач профессиональной деятельности с привлечением соответствующего физико-математического аппарата</p>

## **Аннотация рабочей программы дисциплины**

### **Оптика**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачётных единиц / 252 академических часа. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на 2 курсе и завершается *экзаменом и зачетом*. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме *54 часа*, практических/лабораторных - *108 часов*, а также выделены часы на самостоятельную работу студента - *54 часа*.

*Язык реализации: Русский*

#### **Цель**

Формирование у студентов ясных представлений об основных понятиях и законах физики, стиля физического мышления, современной научной картины мира. Курс физики должен прививать студентам высокую культуру моделирования всевозможных явлений и процессов, знакомить с научными методами, а также подготовить общетеоретическую базу для прикладных и профилирующих дисциплин (Материалы электронной техники, Физические основы электроники, Теоретические основы электротехники, Строение и свойства материалов, Физика полупроводников и низкоразмерных систем и др.).

#### **Задачи:**

- изучение основных физических явлений, овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями классической и современной физики, а также методами физического исследования;
- овладение приёмами и методами решения конкретных задач из различных областей физики;
- формирование навыков проведения физического эксперимента, освоение различных типов измерительной техники.
- показ неразрывной связи физики и техники.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Наименование показателя оценивания(результата обучения по дисциплине)	
<p>ОПК-1.1. Формулирует фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы</p>	Знает	<p>основные физические законы;</p> <p>основные методы и приемы проведения физического эксперимента и способы обработки экспериментальных данных;</p> <p>основы взаимосвязи физики с техникой, производством и другими науками</p> <p>наиболее важные и фундаментальные достижения физической науки</p>
	Умеет	<p>применять законы физики для объяснения различных процессов;</p> <p>применять логические приемы мышления - анализ и синтез при решении задач;</p> <p>научно обосновывать принимаемые методы решения профессиональных задач</p>
	Владеет	<p>методами теоретических и экспериментальных исследований в физике;</p> <p>навыками решения задач профессиональной деятельности с привлечением соответствующего физико-математического аппарата</p>
<p>ОПК-1.2 Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера</p>	Знает	<p>как применять основные физические законы;</p> <p>основные методы и приемы проведения физического эксперимента и способы обработки экспериментальных данных;</p> <p>основы взаимосвязи физики с техникой, производством и другими науками</p> <p>наиболее важные и фундаментальные</p>

		достижения физической науки
	Умеет	<p>применять законы физики для объяснения различных процессов;</p> <p>применять логические приемы мышления - анализ и синтез при решении задач;</p> <p>научно обосновывать принимаемые методы решения профессиональных задач</p>
	Владеет	<p>методами теоретических и экспериментальных исследований в физике;</p> <p>навыками решения задач профессиональной деятельности с привлечением соответствующего физико-математического аппарата</p>

## **Аннотация рабочей программы дисциплины Неорганическая, органическая и физическая химия**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачётных единиц / 216 академических часа. Является дисциплиной обязательной части естественно-научного модуля дисциплин ОП, изучается на 2 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 72 часа, практических работ в объеме 36 часов и лабораторных работ в объеме 54 часа, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 54 часа, в том числе на подготовку к экзамену в объеме 36 часов.

Язык реализации: русский

**Цель:** развитие у студентов фундаментальных знаний в области неорганической, органической и физической химии, формирование компетенций для последующего изучения других естественнонаучных и узкоспециализированных дисциплин.

### **Задачи:**

- 1) Формирование представления об основных понятиях и законах химии;
- 2) Формирование знаний об электронном строении атома, химической связи, геометрии молекул;
- 3) Формирование знаний о кинетике химических реакций, химической термодинамики;
- 4) Формирование знаний о химических свойствах неорганических и органических веществ и поведение их в растворах;
- 5) Формирование экспериментальных умений и навыков обращения с веществами и химическим оборудованием.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы компетенции, полученные в результате изучения школьного курса химии, обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Атомная физика. Физика атомного ядра», «Кристаллография и кристаллофизика», «Физико-химия нанокластеров и наноструктур»,

«Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии», «Синтез и свойства наноструктурированных материалов», формирующих компетенции:

- формулирует фундаментальные законы природы и основные физические математические законы (ОПК-1.1);
- применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера (ОПК-1.2);
- использует методики построения физических и математических моделей устройств и установок электроники и наноэлектроники (ПК-1.1);
- осуществляет оценку соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров (ПК-3.1);
- осуществляет настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий наноэлектроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации (ПК-3.2);
- проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией (ПК-3.3);
- соблюдает правила эксплуатации технологического оборудования (ПК-5.1).

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1. Способен использовать положения, законы и	ОПК-1.1. Формулирует фундаментальные законы природы и основные физические математические законы	<b>Знает</b> основные фундаментальные законы неорганической, органической и физической химии

	<p>методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности</p>		<p><b>Умеет</b> формулировать и применять основные фундаментальные законы неорганической, органической и физической химии  <b>Владеет навыками</b> формулировки и применения основных фундаментальных законов неорганической, органической и физической химии</p>
	<p>ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных</p>	<p>ОПК-2.1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи</p>	<p><b>Знает</b> источники информации, необходимой для решения поставленной задачи  <b>Умеет</b> находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи  <b>Владеет навыками</b> поиска и критического анализа информации, необходимой для решения поставленной задачи</p>

## Аннотация рабочей программы дисциплины

### Квантовая теория

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц / 180 академических часов. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на 3 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 52 часов, практических занятий – 50 часов, также выделены часы на самостоятельную работу студента – 78 часов (в том числе 27 часов на подготовку к экзамену).

*Язык реализации: русский.*

#### Цели и задачи освоения дисциплины:

**Цель:** приобретение систематизированных знаний по основам квантовой теории.

#### Задачи:

- изучение основных принципов квантовой теории;
- освоение математического аппарата квантовой теории;
- изучение основных понятий и уравнений квантовой теории;
- приобретение навыков решения задач по квантовой теории.

Для успешного изучения дисциплины «Квантовая теория» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- УК-1.1. Осуществляет поиск, сбор информации с помощью компьютерных технологий.

- УК-6.2. Понимает и формулирует принципы самоорганизации и управления своим временем.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Наименование категории (группы)	Код и наименование компетенции (результат)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения)
---------------------------------	--	--	--

компетенци й	освоения)		по дисциплине)
Научное мышление	ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1 Формулирует фундаментальные законы природы и основные физические математические законы	<i>Знает</i> теоретические основания квантовой теории, основные физические системы и законы, описываемые квантовой теорией. <i>Умеет</i> находить средние значения физических величин; находить собственные значения и собственные функции операторов. <i>Владеет</i> точными и приближенными методами квантовой теории.
		ОПК-1.2 Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	<i>Знает</i> основные уравнения квантовой механики; приближенные методы решения квантовомеханических задач. <i>Умеет</i> вычислять коэффициент прохождения через потенциальный барьер; применять теорию возмущений к решению задач. <i>Владеет</i> навыками решения типовых задач квантовой теории.

## **Аннотация рабочей программы дисциплины Термодинамика и статистическая физика**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы / 108 академических часа. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на 4 курсе и завершается зачетом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 30 часов, практических 46 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 32 часа.

Язык реализации: русский

### **Цель:**

Изучение фундаментальных принципов (начал) термодинамики, основных методов статистической физики, их применение для описания свойств равновесных макроскопических систем и равновесных процессов.

### **Задачи:**

- познакомить студентов с различными методами термодинамического описания равновесных состояний и процессов;
- познакомить студентов с методами классического микроскопического описания равновесных состояний и процессов;
- познакомить студентов с методами квантового микроскопического описания равновесных систем и процессов.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОПК-2.2 полученные в результате изучения дисциплин «Математический анализ» «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» и «Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление» обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Кинетические явления в наноструктурах», «Фазовые переходы», «Критические явления в конденсированном состоянии» формирующих компетенции ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.3.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности.	ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности.	ОПК-1.1 формулирует фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы.	знает основные понятия и законы термодинамики и статистической физики; умеет использовать основные понятия и законы термодинамики и статистической физики для анализа макроскопических систем; владеет навыками применения законов термодинамики и статистической физики для анализа макроскопических систем и процессов.
		ОПК-1.2 применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.	знает методы решения задач теоретического и прикладного характера; умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера; владеет навыками использования физических законов и математических методов.
		ОПК-1.3 использует знания физики и математики при решении практических задач.	знает основные физические и математические методы; умеет использовать знания физики и математики при решении практических задач; владеет навыками решения физических и математических задач.

## **Аннотация рабочей программы дисциплины**

### **Материалы электронной техники**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы / 144 академических часа. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на 2 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 48 часов, практических занятий – 16 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 80 часов (в том числе 36 часов на подготовку к экзамену).

*Язык реализации: русский.*

**Цель:** изучение физических, электрических и электротехнических свойств веществ, исходя из их классификации по величине удельного сопротивления на проводниковые, полупроводниковые и диэлектрические материалы. Расширение кругозора обучающихся в области функциональных материалов электронной техники и их применения в производстве электротехнических изделий.

#### **Задачи:**

- Формирование у студентов системы знаний о структуре веществ.
- Ознакомление студентов с основами квантовой физики и зонной теории.
- Формирование у студентов целостного представления о фундаментальных физических закономерностях, лежащих в основе физических теорий, формирующих современное материаловедение.
- Развитие у студентов основ научного мышления, в частности, понимания границ применимости физических понятий и теорий, умения качественно и количественно анализировать степень достоверности результатов теоретических и экспериментальных исследований.
- Изучение студентами физических свойств материалов, пригодных для использования в электронной технике.

- Формирование у студентов умения применять теоретические знания для решения практических задач, как в области физики, так и в других областях естествознания.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: УК-6.1. – применяет цифровые инструменты для организации своей работы и саморазвития, УК-6.2. – понимает и формулирует принципы самоорганизации и управления своим временем, полученных в результате изучения следующих дисциплин: «основы цифровой грамотности», «основы алгоритмизации и программирования».

Обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Электричество и магнетизм», «Неорганическая, органическая и физическая химия», «Обработка цифровой информации», формирующих компетенции: ОПК-1.1 – формулирует фундаментальные законы природы и основные физические математические законы, ОПК-1.2 – применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера, ОПК-3.1 – использует информационно-коммуникационные технологии для поиска необходимой информации, ОПК-3.2 – решает задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации, ОПК-3.3 – соблюдает требования обеспечения информационной безопасности.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Общепрофессиональная	ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных	ОПК-1.3 Использует знания физики и математики при решении	<u>Знает</u> методы решения практических задач с использованием физических и математических законов;

компетенция	наук и математики для решения задач инженерной деятельности	практических задач	<u>Умеет</u> использовать знания законов физики и математики при решении задач инженерной деятельности; <u>Владеет</u> методами решения практических задач с использованием физических и математических законов
-------------	---	--------------------	--

## **Аннотация рабочей программы дисциплины**

### **Физические основы электроники**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц / 180 академических часов. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на 2 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 54 часов, лабораторных работ – 36 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 90 часов (в том числе 36 часов на подготовку к экзамену).

*Язык реализации: русский.*

**Цель:** формирование у обучающихся представлений о назначении, устройстве, конструктивно-технологических особенностях, свойствах и характеристиках современных электронных приборов, физических принципах их функционирования; приобретение навыков использования электронных приборов для обработки, усиления и различного преобразования электрических сигналов; формирование представления о достижениях современной электроники.

#### **Задачи:**

- Формирование представлений об устройстве, свойствах и характеристиках различных электронных приборов;
- Рассмотрение физики работы нелинейных электронных элементов цепи;
- Выработка навыков использования электронных приборов для целей усиления и обработки электрических сигналов;
- Формирование представления о современных проблемах в области электроники и путях развития данной предметной области.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: УК-6.1. – применяет цифровые инструменты для организации своей работы и

саморазвития, УК-6.2. – понимает и формулирует принципы самоорганизации и управления своим временем, ОПК-1.1 – формулирует фундаментальные законы природы и основные физические математические законы, ОПК-1.2 – применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера, ОПК-1.3 – использует знания физики и математики при решении практических задач, полученных в результате изучения следующих дисциплин: «основы цифровой грамотности», «основы алгоритмизации и программирования», «электричество и магнетизм», «материалы электронной техники».

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.3 Применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений	<p><i>Знает</i> основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений, основные приемы обработки и представления полученных данных;</p> <p><i>Умеет</i> самостоятельно выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования;</p> <p><i>Владеет</i> способами обработки и представления полученных экспериментальных данных и оценки погрешности результатов измерений</p>

## Аннотация рабочей программы дисциплины

### Схемотехника

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы/144 академических часа. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на 3 курсе и завершается *экзаменом*. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 34 часов, практических/лабораторных -/34 часа, а также выделены часы на самостоятельную работу студента в объеме 76 часов (из них 27 часов на подготовку к экзамену).

#### **Язык реализации:**

Русский

#### **Цель:**

Формирование у студентов представления о схемотехнике аналоговых электронных устройств, режимах работы активных элементов – биполярных и полевых транзисторов, основных схемах построения усилителей, генераторов гармонических и негармонических колебаний, схемах на операционных усилителях, методиках расчета элементов принципиальных схем усилительных каскадов.

#### **Задачи:**

- освоение принципов построения аналоговых электронных схем: усилительных каскадов, активных фильтров, преобразователей и генераторов сигналов;
- изучение схемотехники функциональных устройств на основе операционных усилителей;
- формирование знаний, навыков и умений, позволяющих осуществлять схемотехническое проектирование усилительных устройств;
- освоение принципов расчета принципиальных схем генераторов и усилителей;
- получение навыков схемотехнического моделирования различных устройств в пакете Multisim.

- получение навыков практической сборки и анализа параметров схем, собираемых на макетных платах, с использованием современной многофункциональной измерительной станции NI Elvis II+.
- создание фундамента для освоения других дисциплин специальности.

Для успешного изучения дисциплины «Схемотехника» студенты должны изучить курс «Теоретические основы электротехники»/«Теория электрических цепей», что позволит им понимать способы построения цепей усилительных схем и генераторов; частично необходимо знать курс «Физические основы электроники», что обеспечит понимание принципов работы различных полупроводниковых приборов, используемых в схемотехнических решениях; необходимо иметь навыки работы с измерительными приборами и умение анализировать полученные результаты. Данный курс является базовым для остальных курсов технической направленности, в которых используются понятия «усилитель», «генератор» и другие подобные определения.

Для успешного изучения дисциплины «Схемотехника» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1);
- способность управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования (УК-6);
- способность использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности (ОПК-1);
- способность находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи (ОПК-2.1);
- способность применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования

информационной безопасности (ОПК-3).

Компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине:

Категория (группа) универсальных компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Исследовательская деятельность	ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.3 применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-2.3 применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений	Знает способы выбора элементной базы для построения электрических устройств с заданными характеристиками; методы расчета схемотехнических узлов проектируемых устройств для генерации, усиления и обработки электрических сигналов; Экспериментальные методы исследования характеристик устройств аналоговой схемотехники
	Умеет рассчитывать основные узлы проектируемых устройств в части генерации и усиления электрических сигналов; анализировать на практике с использованием соответствующих измерительных приборов различные характеристики узлов аналоговой схемотехники.
	Владеет навыками составления и расчета электрических схем различного назначения и математическими способами описания процессов в них; навыками выбора методов и средств измерений для экспериментальных исследований параметров узлов аналоговой схемотехники; навыками моделирования электрических схем для генерации и усиления сигналов в современных программных пакетах схемотехнического моделирования.

## Аннотация рабочей программы дисциплины Методы математической физики

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы / 108 академических часов. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на 3 курсе и завершается зачетом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 32 часов, практических занятий – 50 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 26 часов.

*Язык реализации: русский.*

**Цель:** научить студентов построению математических моделей физических явлений и решению получающихся при этом математических задач.

**Задачи:**

- Изучить методы решения различных типов дифференциальных уравнений с частными производными и приобрести практические навыки их решения изучение основных принципов физики конденсированного состояния;
- научиться использовать специальные функции при решении задач математической физики
- научиться интерпретировать полученные решения.
- приобретение навыков построения математических моделей при решении ряда физических задач.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОПК-1.3. – использует знания физики и математики при решении практических задач, ОПК-2.1. – находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи, полученных в результате изучения следующих дисциплин: «теоретические основы электротехники», «неорганическая, органическая и физическая химия».

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Общепрофессиональная компетенция	ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.2 Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	<u>Знает</u> физические законы и математические методы решения теоретических и прикладных задач; <u>Умеет</u> применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера; <u>Владеет</u> навыками использования знаний физики и математики при решении задач теоретического и прикладного характера.

## **Аннотация рабочей программы дисциплины**

### **Программирование для физических задач**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы/144 академических часа. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на 3 курсе и завершается *зачётом*. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 32 часов, практических/лабораторных 32/64 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента в объеме 16 часов.

#### **Язык реализации:**

Русский

#### **Цель:**

Овладение начальными навыками моделирования (в одном из распространенных пакетов математического моделирования) различных физических процессов, расчета и построения их характеристик и численного решения ряда физических и математических задач, плохо поддающихся аналитике или не имеющих точного аналитического решения.

#### **Задачи:**

- обучение студентов начальным навыкам работы в одном из пакетов математического моделирования (MathCAD, MATLAB и т.п.),
- знакомство с классами задач, решаемых при помощи вычислительных методов;
- знакомство с понятиями фрактальности и динамического (детерминированного) хаоса;
- получение навыков моделирования различных физических и математических объектов, в том числе фрактальных, построения изображений, графиков;
- получение навыков решения задач на численное интегрирование и дифференцирование, составления в простейших случаях систем уравнений для выбранной задачи;

- ознакомление с базовыми понятиями генерации и обработки стандартных сигналов.

Для успешного обучения дисциплине «Программирование для физических задач» студентам необходимо освоить дисциплины общей физики в объеме 1-го курса, поскольку для решения ряда задач привлекаются известные физические законы. Кроме того, необходимо базовое знание таких разделов высшей математики, как математический анализ, ряды, дифференциальное и интегральное исчисление. Также у студентов должны быть развиты начальные навыки программирования и использования стандартных конструкций, таких как условия, циклы. Это достигается на 1-м курсе обучения. С другой стороны, «Программирование для физических задач» закладывает основы для последующих специализированных дисциплин, касающихся вычислительного моделирования в узких прикладных областях в соответствии с выбранной специализацией, а также помогает решать текущие вычислительные задачи, которые возникают в процессе обучения другим дисциплинам.

Для успешного изучения дисциплины «Программирование для физических задач» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ОПК-1.1 - формулирует фундаментальные законы природы и основные физические математические законы;
- ОПК-1.2 - применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера;
- ОПК-2.1 - находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи;
- ОПК-2.2 рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки, определяет ожидаемые результаты решения.

Компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине:

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научное мышление	ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.3 Использует знания физики и математики при решении практических задач
Владение информационными технологиями	ОПК-3 Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК-3.2 Решает задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации
Компьютерная грамотность	ОПК-5 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-5.1 Выбирает современные технологии разработки алгоритмов и компьютерных программ для решения поставленных задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-1.3 Использует знания физики и математики при решении практических задач	Знает основные физические законы и базовые разделы высшей математики; знает количественные способы описания различных объектов, явлений, процессов; знает основные требования, которым должна удовлетворять простая математическая модель некоторого объекта или явления; Знает методы, применяемые в различных естественных науках; основные задачи и возможные пути их решения в области математического моделирования и программирования
	Умеет анализировать на основе физических законов и их следствий теоретические модели различных систем, в том числе приборов и их узлов; умеет составлять простейшие математические модели отдельных

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	<p>объектов и процессов;  Умеет самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с построением математических моделей и программированием</p> <p>Владеет навыками составления простых математических моделей и конкретизации задач на их основе для определения характеристик различных явлений и процессов; владеет навыками определения минимально необходимого числа физических законов и математических методов, способных дать адекватное описание рассматриваемого явления или объекта;  Владеет методологией теоретического описания и практических способов реализации вычислительных алгоритмов для решения основных физических и математических задач; владеет методами обработки сигналов, результатов измерений</p>
<p>ОПК-3.2 Решает задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации</p>	<p>Знает основные способы и форматы представления информации различного вида в вычислительной технике; знает основные разновидности и принципы работы операционных систем; знает основные способы поиска и анализа различной справочной информации; знает программные продукты для работы с основными форматами данных и способы простейшей обработки соответствующего типа данных</p> <p>Умеет проводить поиск и систематизировать научно-техническую информацию по заданной теме; умеет анализировать при помощи математических моделей различные экспериментальные данные, проводить их анализ, сортировку, группировку, классификацию; оформлять текстовые и иные документы, которые необходимы для успешного осуществления профессиональной деятельности; соблюдает информационную культуру на рабочем месте для обеспечения сохранности личной информации</p> <p>Владеет навыками поиска, анализа и систематизации научно-технической информации по конкретной тематике исследования; навыками использования персонального компьютера и ресурсов сети Internet для решения различных задач, возникающих в ходе повседневной деятельности, учебы, работы; приемами работы в текстовых и табличных процессорах, а также других распространенных программах на уровне уверенного пользователя</p>
<p>ОПК-5.1 Выбирает современные технологии разработки алгоритмов и компьютерных программ для решения поставленных задач</p>	<p>Знает типовые методы и методики решения задач, возникающих в предметной области, которые являются наиболее приемлемыми с учетом экономических и других ограничений; знает базовые понятия и основы работы с алгоритмами и</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	программными приложениями для решения практических задач в области профессиональной деятельности; знает основы работы в одном из пакетов математического моделирования (MathCAD, MATLAB и др.)
	Умеет выбирать методы/методики для решения конкретной задачи, которые могут быть применимы при учете технических, экономических и иных ограничений; умеет использовать современные программные и технические средства систем автоматизированного проектирования для решения с их помощью профессиональных задач; умеет пользоваться одним из пакетов математического моделирования (MathCAD, MATLAB и др.)
	Владеет практическими навыками применения соответствующих методов при решении задач с учетом специфических ограничений; владеет навыками работы с алгоритмами и программными приложениями для решения практических задач в области профессиональной деятельности; владеет приемами решения основных физических и математических задач в одном из пакетов математического моделирования (MathCAD, MATLAB и др.)

## **Аннотация рабочей программы дисциплины**

### **Информатика и физические основы информационных технологий**

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов. Дисциплина реализуется на 3 курсе, в 5 семестре и завершается зачетом.

**Цель дисциплины:** сформировать представление, умения и навыки об основных теоретических и практических аспектах информатики и информационных технологий. Учебным планом предусмотрено проведение практических занятий в объёме 32 часа, самостоятельной работы 76 часов.

Язык реализации: русский

#### **Задачи дисциплины:**

- 1) изучение основ устройства компьютера и построения компьютерных сетей;
- 2) получение навыков анализа характеристик представленной на рынке техники с целью научиться подбирать оптимальные планы соотношения цены и решаемых задач конфигурации для осуществления профессиональной деятельности;
- 3) освоение программных средств расчета и статистического анализа, применяемых в профессиональной деятельности.

Для успешного изучения дисциплины «Информатика и физические основы информационных технологий» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ОПК-3.3. соблюдает требования обеспечения информационной безопасности.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие общепрофессиональные компетенции: ОПК 3.1 «Использует

информационно-коммуникационные технологии для поиска необходимой информации»

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Владение информационными технологиями	ОПК-3. Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК-3.1 Использует информационно-коммуникационные технологии для поиска необходимой информации	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные тенденции развития информатики и вычислительной техники, компьютерных технологий;</li> <li>- общую характеристику информационных процессов;</li> <li>- основные технические и программные средства реализации информационных процессов</li> </ul>
			<p>Умеет применять вычислительную технику для решения практических задач;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать технические средства реализации информационных процессов;</li> <li>- использовать системное и базовое прикладное программное обеспечение</li> </ul>
			<p>Владеет: навыками решения практических задач в области информационных систем и технологий</p>

## Аннотация рабочей программы дисциплины

### Физика магнитных явлений

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы / 144 академических часа. Является дисциплиной части ОП, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 4 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 30 часов, лабораторных работ – 32 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 82 часа (в том числе 27 часов на подготовку к экзамену).

*Язык реализации: русский.*

**Цель:** изучение магнитных материалов, их поведения в составе макрообъектов и низкоразмерных систем при перемагничивании, механизмов перемагничивания, основных понятий наномагнетизма.

#### **Задачи:**

- Изучение магнетизма тонких пленок;
- Установление взаимосвязи между структурой наноразмерных пленок и частиц и их магнитными свойствами;
- Ознакомление студентов с магнитными свойствами наноструктур;
- Изучение экспериментальных методов измерения магнитных характеристик изучаемых объектов;

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: УК-6.1. – применяет цифровые инструменты для организации своей работы и саморазвития, УК-6.2. – понимает и формулирует принципы самоорганизации и управления своим временем, ОПК-1.1 – формулирует фундаментальные законы природы и основные физические математические законы, ОПК-1.2 – применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера, ОПК-1.3 –

использует знания физики и математики при решении практических задач, ОПК-2.3 – применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений, ОПК-3.2 – решает задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации, полученных в результате изучения следующих дисциплин: «основы цифровой грамотности», «основы алгоритмизации и программирования», «электричество и магнетизм», «квантовая теория», «атомная физика, физика атомного ядра», «физика конденсированного состояния».

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.1 Использует методики построения физических и математических моделей устройств и установок электроники и наноэлектроники	<i>Знает</i> теорию магнетизма и наноманетизма, магнитные материалы, способы и методы изучения магнитных характеристик объектов. <i>Умеет</i> выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования в области магнетизма, обрабатывать полученные результаты и провести их анализ. <i>Владеет</i> навыками работы с измерительным оборудованием, предназначенным для исследования магнитных свойств различных объектов.

## **Аннотация рабочей программы дисциплины** **Основы технологии электронной компонентной базы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы / 144 академических часа. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на 4 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 30 часов, лабораторных 44. часа, а также выделены часы на самостоятельную работу студента - 70 часов (в том числе 27 часов на подготовку к экзамену).

*Язык реализации: русский*

**Цель:** формирование знаний о физико-химических основах базовых технологических процессов, применяемых при производстве микроэлектронных приборов с микронными и субмикронными размерами активных областей и рабочих слоев, а также знаний об основах проектирования технологических циклов производства простейших микроэлектронных структур.

**Задачи:**

- рассмотреть основные понятия материаловедения, методы формирования элементов с необходимыми электрическими параметрами, физико-химические основы технологических процессов микроэлектроники и наноэлектроники.;
- научиться применять технологические операции для создания элементов необходимой топологии, использовать физические законы для анализа производственных операций, оперировать физическими и технологическими терминами и величинами, решать задачи по расчету параметров основных технологических процессов;
- овладеть практическими приемами при работе с материалами и изделиями микро - и наноэлектроники, измерения их основных параметров, исследования свойств новых материалов, самостоятельной работы на установках контроля технологических процессов;

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, полученные в результате изучения дисциплин «Физика конденсированного состояния», «Физические основы электроники», «Материалы электронной техники».

Обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Строение и свойства материалов», «Современные методы формирования тонких пленок», формирующих компетенции: ОПК-2.1 – находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи; ОПК-2.2 – рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки, определяет ожидаемые результаты решения; ОПК-2.3 – применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональные компетенции	<b>ПК-4</b> Способен организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	ПК-4.1 Применяет методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продуктов производства	Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники  Умеет измерять параметры технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники  Владеет навыками измерения параметров технологических процессов производства материалов и изделий

			электронной техники
		ПК-4.2 Осуществляет поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры	<p>Знает принципы учета видов и объемов производственных работ по проверке, настройке и калибровке электронной измерительной аппаратуры</p> <p>Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры</p> <p>Владеет навыками настройки высокотехнологичного оборудования в соответствии с правилами настройки и эксплуатации</p>
		ПК-4.3 Обеспечивает метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	<p>Знает принципы технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники</p> <p>Умеет осуществлять метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники</p> <p>Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов</p>
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способен осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт	ПК-6.1 Производит расчет срока службы расходных материалов и технологических систем	<p>Знает принципы конструирования технологических систем и регламентированные сроки службы расходных материалов</p> <p>Умеет проводить оценочные расчеты срока службы расходных материалов и технологических систем</p> <p>Владеет навыками расчета срока службы расходных материалов и технологических систем</p>
		ПК-6.2 Формирует заявки на приобретение расходных материалов	<p>Знает правила и нормы использования расходных материалов</p> <p>Умеет подготавливать документацию на приобретение расходных материалов</p> <p>Владеет навыками формирования заявок на приобретение расходных материалов</p>
		ПК-6.3 Осуществляет настройку объектов	Знает принципы проектирования чистых

		<p>инфраструктуры чистых производственных помещений</p>	<p>производственных помещений</p> <p>Умеет проводить аттестацию чистых производственных помещений</p> <p>Владеет навыками настройки объектов инфраструктуры чистых производственных помещений</p>
--	--	---	---

## **Аннотация рабочей программы дисциплины** **Методы исследования наноструктур и наноматериалов**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы / 144 академических часа. Является дисциплиной обязательной части ОП, изучается на 4 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 30 часов, лабораторных 44. часа, а также выделены часы на самостоятельную работу студента - 70 часов (в том числе 27 часов на подготовку к экзамену).

*Язык реализации: русский*

**Цель:** формирование знаний о физико-химических основах базовых технологических процессов, применяемых при производстве микроэлектронных приборов с микронными и субмикронными размерами активных областей и рабочих слоев, а также знаний об основах проектирования технологических циклов производства простейших микроэлектронных структур.

**Задачи:**

- рассмотреть основные понятия материаловедения, методы формирования элементов с необходимыми электрическими параметрами, физико-химические основы технологических процессов микроэлектроники и наноэлектроники.;
- обучиться применять технологические операции для создания элементов необходимой топологии, использовать физические законы для анализа производственных операций, оперировать физическими и технологическими терминами и величинами, решать задачи по расчету параметров основных технологических процессов;
- овладеть практическими приемами при работе с материалами и изделиями микро - и наноэлектроники, измерения их основных параметров, исследования свойств новых материалов, самостоятельной работы на установках контроля технологических процессов;

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, полученные в результате изучения дисциплин «Физика конденсированного состояния», «Физические основы электроники», «Материалы электронной техники».

Обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Строение и свойства материалов», «Современные методы формирования тонких пленок», формирующих компетенции: ОПК-2.1 – находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи; ОПК-2.2 – рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки, определяет ожидаемые результаты решения; ОПК-2.3 – применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональные компетенции	<b>ПК-4</b> Способен организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	ПК-4.1 Применяет методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продуктов производства	Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники  Умеет измерять параметры технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники  Владеет навыками измерения параметров технологических процессов производства материалов и изделий

			электронной техники
		ПК-4.2 Осуществляет поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры	<p>Знает принципы учета видов и объемов производственных работ по проверке, настройке и калибровке электронной измерительной аппаратуры</p> <p>Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры</p> <p>Владеет навыками настройки высокотехнологичного оборудования в соответствии с правилами настройки и эксплуатации</p>
		ПК-4.3 Обеспечивает метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	<p>Знает принципы технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники</p> <p>Умеет осуществлять метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники</p> <p>Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов</p>
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способен осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт	ПК-6.1 Производит расчет срока службы расходных материалов и технологических систем	<p>Знает принципы конструирования технологических систем и регламентированные сроки службы расходных материалов</p> <p>Умеет проводить оценочные расчеты срока службы расходных материалов и технологических систем</p> <p>Владеет навыками расчета срока службы расходных материалов и технологических систем</p>
		ПК-6.2 Формирует заявки на приобретение расходных материалов	<p>Знает правила и нормы использования расходных материалов</p> <p>Умеет подготавливать документацию на приобретение расходных материалов</p> <p>Владеет навыками формирования заявок на приобретение расходных материалов</p>
		ПК-6.3 Осуществляет настройку объектов	Знает принципы проектирования чистых

		инфраструктуры чистых производственных помещений	производственных помещений  Умеет проводить аттестацию чистых производственных помещений  Владеет навыками настройки объектов инфраструктуры чистых производственных помещений
--	--	---	--

## **Аннотация рабочей программы дисциплины** **Кристаллическая структура поверхности твердых тел**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы / 108 академических часов. Является дисциплиной части ОП, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 3 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 16 часов, лабораторных занятий в объеме 32 часа, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 50 часов (в том числе 36 часов на подготовку к экзамену).

Язык реализации: русский.

**Цель:** ознакомление студентов с основными определениями и базисными концепциями физики поверхности полупроводниковых кристаллов и физики поверхностей раздела фаз.

**Задачи:**

– изучение основных положений физики поверхности полупроводников, представление об атомной структуре чистых поверхностях элементарных полупроводников, а также поверхностях с адсорбатами;

– овладение теоретическими основами взаимодействия различных видов излучения с поверхностью твердых тел, наночастицами, наноматериалами;

– овладение знаниями физических принципов и возможностей основных методов исследования поверхности и границ раздела.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОПК-2 – Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных для решения профессиональных задач, полученные в результате изучения дисциплин: «Физические основы электроники», «Физика конденсированного состояния», «Электродинамика»; обучающийся должен

быть готов к изучению таких дисциплин, как «Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии», «Физика и технология квантовых приборов», «Синтез и свойства наноструктурированных материалов», , формирующих компетенции: ПК-2.1 – Выбирает методики проведения исследований параметров и характеристик устройств и установок электроники и наноэлектроники, ПК-2.2 – проводит экспериментальные исследования характеристик приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники, ПК-3.2 – Осуществляет настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий наноэлектроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации, ПК-3.3 – проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией, ПК-5.1 – соблюдает правила эксплуатации технологического оборудования.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональные компетенции	ПК-3 – Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	ПК-3.1 – осуществляет оценку соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их	Знает основные понятия и термины, системные методы проведения исследований в области физики поверхности наноструктур
			Умеет самостоятельно анализировать достоверность получаемых величин при измерениях в соответствии с требованиями технологических инструкций, применять основные системные методы при

		параметров	<p>проведении теоретических, экспериментальных и прикладных исследований</p> <p>Владеет способами, методами выполнения технологических операций по подготовке и проведению измерений параметров материалов электронной техники; технологией и инструментарием анализа информации, полученной в ходе эксперимента</p>
--	--	------------	--

## **Аннотация рабочей программы дисциплины**

### **Зондовые нанотехнологии в электронике. Основы нанолитографии**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы / 144 академических часа. Является дисциплиной части ОП, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 4 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 30 часов, лабораторных работ – 30 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 84 часа (в том числе 27 часов на подготовку к экзамену).

*Язык реализации: русский.*

**Цель:** получение базовых знаний об устройствах, принципах функционирования различных видов зондовых микроскопов и расширение общего кругозора, касающегося зондовых нанотехнологий. Подготовка академических бакалавров в области нанотехнологий в электронике, понимающих физические и технологические аспекты разработки и технологического создания микросхем с предельными размерами менее 22 нм, а также понимающих перспективы их дальнейшего развития технологии нанолитографии с последующим снижением минимальных размеров до 10 нм и 5 нм при разработке новых типов сверхбыстродействующих интегральных схем.

#### **Задачи:**

- Обучение базовым навыкам работы на атомно-силовом, сканирующем туннельном и магнитно-силовом микроскопах;
- Освоение программного обеспечения по обработке данных, полученных с помощью сканирующих микроскопов;
- Изучение базовых принципов фото и электронно-лучевой литографий;
- Умение анализировать полученные экспериментальные данные и представлять их в форме научного отчета;

- Изучение современной научной литературы, в которой описаны зондовые нанотехнологии.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: УК-6.1. – применяет цифровые инструменты для организации своей работы и саморазвития, УК-6.2. – понимает и формулирует принципы самоорганизации и управления своим временем, ОПК-1.1 – формулирует фундаментальные законы природы и основные физические математические законы, ОПК-1.2 – применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера, ОПК-1.3 – использует знания физики и математики при решении практических задач, ОПК-2.3 – применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений, ОПК-3.2 – решает задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации, полученных в результате изучения следующих дисциплин: «основы цифровой грамотности», «основы алгоритмизации и программирования», «электричество и магнетизм», «квантовая теория», «атомная физика, физика атомного ядра», «физика конденсированного состояния», «материалы электронной техники».

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональные компетенции	ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и	ПК-1.2. Работает с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в нанoeлектронике	<i>Знает</i> основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений. <i>Умеет</i> выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. <i>Владеет</i> способами обработки и представления полученных

	<p>наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</p>		<p>экспериментальных данных и оценки погрешности результатов измерений.</p>
	<p>ПК-3. Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники</p>	<p>ПК-3.3. Проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией</p>	<p><i>Знает</i> основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений. <i>Умеет</i> выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. <i>Владеет</i> способами обработки и представления полученных экспериментальных данных и оценки погрешности результатов измерений.</p>

## **Аннотация рабочей программы дисциплины**

### **Сканирующие зондовые микроскопы. Литографические методы в электронике**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы / 144 академических часа. Является дисциплиной части ОП, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 4 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 22 часов, практических занятий – 44 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 88 часов (в том числе 27 часов на подготовку к экзамену).

*Язык реализации: русский.*

**Цель:** получение базовых знаний об устройствах, принципах функционирования различных видов зондовых микроскопов и расширение общего кругозора, касающегося зондовых нанотехнологий. Подготовка академических бакалавров в области нанотехнологий в электронике, понимающих физические и технологические аспекты разработки и технологического создания микросхем с предельными размерами менее 22 нм, а также понимающих перспективы их дальнейшего развития технологии нанолитографии с последующим снижением минимальных размеров до 10 нм и 5 нм при разработке новых типов сверхбыстродействующих интегральных схем.

#### **Задачи:**

- Обучение базовым навыкам работы на атомно-силовом, сканирующем туннельном и магнитно-силовом микроскопах;
- Освоение программного обеспечения по обработке данных, полученных с помощью сканирующих микроскопов;
- Изучение базовых принципов фото и электронно-лучевой литографий;
- Умение анализировать полученные экспериментальные данные и представлять их в форме научного отчета;

- Изучение современной научной литературы, в которой описаны зондовые нанотехнологии.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: УК-6.1. – применяет цифровые инструменты для организации своей работы и саморазвития, УК-6.2. – понимает и формулирует принципы самоорганизации и управления своим временем, ОПК-1.1 – формулирует фундаментальные законы природы и основные физические математические законы, ОПК-1.2 – применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера, ОПК-1.3 – использует знания физики и математики при решении практических задач, ОПК-2.3 – применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений, ОПК-3.2 – решает задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации, полученных в результате изучения следующих дисциплин: «основы цифровой грамотности», «основы алгоритмизации и программирования», «электричество и магнетизм», «квантовая теория», «атомная физика, физика атомного ядра», «физика конденсированного состояния», «материалы электронной техники».

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональные компетенции	ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и	ПК-1.2. Работает с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в нанoeлектронике	<i>Знает</i> основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений. <i>Умеет</i> выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. <i>Владеет</i> способами обработки и представления полученных

	<p>наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</p>		<p>экспериментальных данных и оценки погрешности результатов измерений.</p>
	<p>ПК-3. Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники</p>	<p>ПК-3.3. Проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией</p>	<p><i>Знает</i> основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений. <i>Умеет</i> выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. <i>Владеет</i> способами обработки и представления полученных экспериментальных данных и оценки погрешности результатов измерений.</p>

## **Аннотация рабочей программы дисциплины** **Критические явления в конденсированном состоянии**

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часа. Дисциплина реализуется на 4 курсе, в 8 семестре и завершается экзаменом. Язык реализации: русский

**Цель дисциплины:** раскрыть природу фазовых превращений, дать представление о движущих механизмах и условиях данных превращений, влиянии их на структуру и свойства материалов нанoeлектроники.

### **Задачи дисциплины:**

1. Дать представление студентам об основах теории фазовых переходов.
2. Сформировать представление о влиянии фазовых превращений на структуру и свойства материалов, применяющихся в электронике и нанoeлектронике.
3. Дать представление о бинаодальных и спинодальных механизмах фазовых превращений.
4. Обучить методам получения стабильных фаз с нужными технологическими параметрами.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции:

Для успешного изучения дисциплины «Фазовые переходы» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ОПК-1.1. Формулирует фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы;
- ОПК-2.3. Применяет основные методы и средства проведения

экспериментальных исследований и измерений.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	ПК-3 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электроники и нанoeлектроники	ПК-3.1. Осуществляет оценку соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров	Знает: физические основы фазовых превращений
		Умеет: проводить теоретические расчеты, анализировать экспериментальные результаты, представлять полученные данные в виде отчетов..	
		Владеет: навыками анализа полученных результатов, соотнесения экспериментальных данных с теоретическими расчетами.	
		ПК-3.2. Осуществляет настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации	Знает: Современное состояние науки, связанной получением и изучением новых наноструктурированных конденсированных сред путём контролируемых фазовых превращений.
Умеет: Управлять технологическими процессами, проводить всесторонние исследования.			
Владеет: Навыками теоретической и экспериментальной работы, позволяющими получать конденсированные среды			

			с нужными параметрами и формировать консолидированные наноматериалы путём контролируемого фазового превращения.
		ПК-3.3. Проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией	Знает виды контрольно-измерительного оборудования, используемого в получении наноструктурированных материалов
	Умеет работать с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в получении наноструктурированных материалов		
	Владеет навыками работы с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в получении наноструктурированных материалов		

## **Аннотация рабочей программы дисциплины**

### **Процессы на поверхности раздела фаз**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единиц / 144 академических часа. Является дисциплиной части ОП, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 3 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 34 часов, практических занятий в объеме 34 часа, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 76 часов (в том числе 27 часов на подготовку к экзамену).

Язык реализации: русский.

**Цель:** ознакомление студентов с основными определениями и базисными концепциями физики поверхности полупроводниковых кристаллов и физики поверхностей раздела фаз.

**Задачи:**

– изучение основных положений физики поверхности полупроводников, представление об атомной структуре чистых поверхностях элементарных полупроводников, а также поверхностях с адсорбатами;

– овладение теоретическими основами взаимодействия различных видов излучения с поверхностью твердых тел, наночастицами, наноматериалами;

– овладение знаниями физических принципов и возможностей основных методов исследования поверхности и границ раздела.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОПК-2 – Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных для решения профессиональных задач, полученные в результате изучения дисциплин: «Физические основы электроники», «Физика конденсированного состояния», «Электродинамика»; обучающийся должен

быть готов к изучению таких дисциплин, как «Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии», «Физика и технология квантовых приборов», «Синтез и свойства наноструктурированных материалов», , формирующих компетенции: ПК-2.1 – Выбирает методики проведения исследований параметров и характеристик устройств и установок электроники и наноэлектроники, ПК-2.2 – проводит экспериментальные исследования характеристик приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники, ПК-3.2 – Осуществляет настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий наноэлектроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации, ПК-3.3 – проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией, ПК-5.1 – соблюдает правила эксплуатации технологического оборудования.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональные компетенции	ПК-3 – Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	ПК-3.1 – осуществляет оценку соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их	Знает основные понятия и термины, системные методы проведения исследований в области физики поверхности наноструктур
			Умеет самостоятельно анализировать достоверность получаемых величин при измерениях в соответствии с требованиями технологических инструкций, применять основные системные методы при

		параметров	<p>проведении теоретических, экспериментальных и прикладных исследований</p> <p>Владеет способами, методами выполнения технологических операций по подготовке и проведению измерений параметров материалов электронной техники; технологией и инструментарием анализа информации, полученной в ходе эксперимента</p>
--	--	------------	--

## **Аннотация рабочей программы дисциплины** **Электронная структура поверхности твердого тела**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы / 144 академических часа. Является дисциплиной части ОП, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 3 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 34 часов, практических занятий в объеме 34 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 76 часов (в том числе 27 часов на подготовку к экзамену).

Язык реализации: русский.

**Цель:** освоение теории и практики исследования основных свойств наночастиц современными методами и приборами, доступными в лабораториях исследовательских центров. Этот подход предполагает ознакомление студентов с возможностями современных приборов и исследовательских лабораторий.

### **Задачи:**

– овладение теоретическими основами взаимодействия различных видов излучения с поверхностью твердых тел, наночастицами, наноматериалами;

– формирования навыков получения практической информации при работе с исследовательской аппаратурой, умение обрабатывать и получать параметры исследуемых материалов.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОПК-2 – Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных для решения профессиональных задач, полученные в результате изучения дисциплин: «Физические основы электроники», «Физика конденсированного состояния», «Электродинамика»; обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как «Процессы на поверхности

раздела фаз», «Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии», «Физика и технология квантовых приборов», «Синтез и свойства наноструктурированных материалов», , формирующих компетенции: ПК-2.1 – Выбирает методики проведения исследований параметров и характеристик устройств и установок электроники и нанoeлектроники, ПК-2.2 – проводит экспериментальные исследования характеристик приборов, схем, устройств электроники и нанoeлектроники, ПК-3.2 – Осуществляет настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации, ПК-3.3 – проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией, ПК-5.1 – соблюдает правила эксплуатации технологического оборудования.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональные компетенции	ПК-4 – Способен организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	ПК-4.1 – применяет методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продуктов производства	Знает физические основы работы исследовательских приборов
			Умеет выбирать допустимую область использования исследовательских приборов и методов исследования; применять методы обработки полученной информации с учетом аппаратных особенностей исследовательских приборов
			Владеет навыками использования методик измерения свойств и

			структуры низкоразмерных материалов
	ПК-4 – Способен организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	ПК-4.2 – осуществляет поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры	Знает схемотехнику, конструкцию, процесс настройки и калибровки измерительного, диагностического и технологического оборудования; источники информации по техническим параметрам измерительной аппаратуры
			Умеет применять полученные знания при проверке настройке и калибровке измерительного, диагностического и технологического оборудования; источники информации по техническим параметрам измерительной аппаратуры
			Владеет требованиями для выполнения задач сервисного обслуживания электронной измерительной аппаратуры

## **Аннотация рабочей программы дисциплины**

### **Фазовые переходы**

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 академических часа. Дисциплина реализуется на 4 курсе, в 1 семестре и завершается экзаменом.

**Цель дисциплины:** раскрыть природу фазовых превращений, дать представление о движущих механизмах и условиях данных превращений, влиянии их на структуру и свойства материалов нанoeлектроники. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 22 часа, практических занятий в объеме 34 часа, самостоятельной работы 52 часа.

Язык реализации: русский

#### **Задачи дисциплины:**

5. Дать представление студентам об основах теории фазовых переходов.
6. Сформировать представление о влиянии фазовых превращений на структуру и свойства материалов, применяющихся в электронике и нанoeлектронике.
7. Дать представление о бинадальных и спинодальных механизмах фазовых превращений.
8. Обучить методам получения стабильных фаз с нужными технологическими параметрами.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции:

Для успешного изучения дисциплины «Фазовые переходы» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ОПК-1.1. Формулирует фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы;

- ОПК-2.3. Применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований и измерений.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	ПК-3 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электроники и нанoeлектроники	ПК-3.1. Осуществляет оценку соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров	Знает: физические основы фазовых превращений
			Умеет: проводить теоретические расчеты, анализировать экспериментальные результаты, представлять полученные данные в виде отчетов..
			Владеет: навыками анализа полученных результатов, соотнесения экспериментальных данных с теоретическими расчетами.
		ПК-3.2. Осуществляет настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники в соответствии с правилами	Знает: Современное состояние науки, связанной получением и изучением новых наноструктурированных конденсированных сред путём контролируемых фазовых превращений.
			Умеет: Управлять технологическими процессами, проводить всесторонние

		настройки и эксплуатации	исследования.
			Владеет: Навыками теоретической и экспериментальной работы, позволяющими получать конденсированные среды с нужными параметрами и формировать консолидированные наноматериалы путём контролируемого фазового превращения.
		ПК-3.3. Проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией	Знает виды контрольно-измерительного оборудования, используемого в получении наноструктурированных материалов
			Умеет работать с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в получении наноструктурированных материалов
			Владеет навыками работы с контрольно-измерительным оборудованием, используемым в получении наноструктурированных материалов

