



## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Владение инструментами для феноменологического анализа эффектов и упрощения конкретных расчетов в естественных науках позволяет реализовать профессиональный потенциал студентов, обучающихся по направлению «Прикладная математика и информатика», в аспекте моделирования процессов и явлений. Актуальность дисциплины «Дополнительные главы физики» также обусловлена возможностью применять навыки программирования для решения конкретных технических задач.

**Целью** освоения дисциплины является развитие современного физического мировоззрения и научного мышления, обеспечивающих формирование научной основы для ведения профессиональной и научно-исследовательской деятельности, ориентированной на сознание моделей объектов физических систем.

### **Задачи дисциплины:**

- сформировать способность анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике, связанной с изучением объектов физических систем;
- изучить принципы математического и компьютерного моделирования исследуемых процессов и объектов с использованием современных технологий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Дополнительные главы физики» относится к дисциплинам по выбору вариативной части ОПОП подготовки бакалавров по направлению «Прикладная математика и информатика».

Изучение дисциплины предполагает наличие фундаментальных знаний, которые формируются у студентов при изучении дисциплин базовой части: «Физика», «Информатика», «Математика». Знания, полученные в рамках изучения данной дисциплины, могут быть применены при изучении других специальных дисциплин по направлению подготовки, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:

- 1) способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой (ОПК-1);
- 2) способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности (ПК-3).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1. **Знать:** метод дискретного моделирования упаковок, свойства периодических разбиений и графов (ПК-3).
2. **Уметь:** применять на практике компьютерные технологии для решения задач послонного роста разбиений (ОПК-1).
3. **Владеть:** методами конструирования математических и компьютерных моделей (ОПК-1).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Метод дискретного моделирования упаковок.	4	1-4	4	-	4	-	-	8	-	4/50%	Рейтинг-контроль №1
2	Модель послынного роста разбиений упаковок или графов.	4	5-8	4	-	4	-	-	10	-	4/50%	Рейтинг-контроль №2
3	Структурообразующие контакты кристаллической структуры.	4	9-11	4	-	4	-	-	8	-	5/63%	
4	Геометрия фрактальных форм. Квазикристаллы	4	12-18	6	-	6	-	-	10	-	10/83%	Рейтинг-контроль №3
Всего		4	18	18	-	18	-	-	36	-	23/64	Зачет

#### СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ЛЕКЦИИ

##### Раздел 1. Метод дискретного моделирования упаковок.

1.1 Виды молекулярных моделей. Упаковочное пространство.

1.2. Критерий упаковки. Кодировка упаковок полимино в плоскости.

##### Раздел 2. Модель послынного роста разбиений упаковок или графов.

2.1. Построение многогранника послынного роста разбиения упаковки или графа в периодическом случае.

2.2 Дуальность графа и разбиения.

##### Раздел 3. Структурообразующие контакты кристаллической структуры.

3.1. Аппроксимация молекулы поликубами.

3.2 Области Вороного-Дирихле молекул.

##### Раздел 4. Геометрия фрактальных форм. Квазикристаллы.

4.1. Конструктивные фракталы. Парадокс Гаспера.

4.2. Фрактал Мандельброта и Жулия.

4.3. Одномерный квазикристалл на последовательности Фибоначчи. Параметризация разбиения Розы.

#### ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тема 1. Проверка критерия упаковки на множестве упаковочных пространств (2ч.)

Тема 2. Алгоритм нахождения упаковки с двумя трансляционно независимыми полимино (2ч.)

Тема 3. Кодировка упаковок полигексов в плоскости (2ч.)

Тема 4. Многогранники роста, построение окантовочной звезды в разбиении (2ч.)

Тема 5. Построение областей Вороного-Дирихле (4ч.)

Тема 6. Построение фракталов Серпинского (2ч.)

Тема 7. Построение предфракталов. Свертка функций, преобразование Фурье (2ч.)

Тема 8. Мозаики Пенроуза, модели двумерных квазикристаллов (2ч.)

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В рамках лекционного курса:

### **5.1. Активные и интерактивные формы обучения**

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: (контрольные аудиторские работы, индивидуальные домашние работы).

### **5.2. Самостоятельная работа студентов**

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению индивидуальной домашней работы, к практическим занятиям. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций, решение выданных преподавателем практики задач

### **5.3. Мультимедийные технологии обучения**

Некоторые из лекционных и практических занятий проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора.

Студентам предоставляется компьютерный курс лекций, а также организуются мастер-классы, предполагающие демонстрацию приемов, технологий, методов обработки и анализа изображений исследуемых нанобразцов на конкретных задачах.

### **5.4. Рейтинг-контроль**

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: баллы на контрольных занятиях; качество выполнения домашних типовых заданий, рассматриваемых на практических занятиях. Распределение баллов по контрольным мероприятиям определяется лектором, ведущим дисциплину.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **6.1. Вопросы к зачету по дисциплине**

1. Виды молекулярных моделей.
2. Упаковочное пространство. Способ задания, критерий упаковки.
3. Программная реализация упаковочных пространств с помощью кодировки.
4. Многогранники роста кристаллов, разбиения упаковки и периодического графа.
5. Разбиение Вороного-Дирихле для молекул. Аппроксимация молекул поликубами.
6. Фракталы Гаспера и Серпинского
7. Фрактал Мандельброта и Жулия.
8. Квазикристаллы и их моделирование.
9. Одномерный квазикристалл на последовательности Фибоначчи.
10. Параметризация Розы.
11. Разбиения Пенроуза.

### **6.2. Вопросы рейтинг-контроля**

#### **Рейтинг-контроль №1**

1. Виды молекулярных моделей.
2. Принцип плотной упаковки. Элементарная ячейка.
3. Упаковочное пространство.
4. Критерий упаковки полимино.
5. Критерий упаковки поликуба.
6. Кодировка упаковок полимино.
7. Нахождение упаковки с двумя трансляционно-независимыми полимино.

#### **Рейтинг-контроль №2**

1. Послойный рост периодических разбиений.
2. Рост периодического графа.
3. Многогранники роста кристаллов.

4. Построение многогранника послойного роста разбиения упаковки периодическом случае.
5. Построение многогранника послойного роста графа в периодическом случае.
6. Окантовочная и нормировочная звезды роста.
7. Аппроксимация молекул поликубами.
8. Построение молекулярных полиэдров Вороного-Дирихле.

### **Рейтинг-контроль №3**

1. Построение фракталов Серпинского.
2. Построение фрактала Коха и Гаспера.
12. Построение фрактала Мандельброта и Жулия.
3. Квазикристаллы.
4. Одномерный квазикристалл на последовательности Фибоначчи.
5. Параметризация Розы.
6. Двумерный квазикристалл на разбиении Пенроуза.
- 7.

### **6.3. Вопросы для контроля самостоятельной работы**

1. Циклические упаковки и графы.
2. Группы перестановок и симметрия упаковочных пространств.
3. Трансляционная и нетрансляционная симметрии в структуре твердых тел.
4. Модели роста кристаллов.
5. Граф связности упаковки и его рост.
6. Отношение соседства фигур упаковки.
7. Свойства многогранника послойного роста периодических графов.
8. Трехмерное периодическое разбиение.
9. Квазипериодическое разбиение Ито-Оцуки.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Введение в фемтонанوفотонику: фундаментальные основы и лазерные методы управляемого получения и диагностики наноструктурированных материалов : учебное пособие// С.М. Аракелян и др.—М.:Логос, 2015.—744 с.
2. Основы геометрической кристаллографии: Учебное пособие / Новоселов К.Л. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 73 с.
3. Введение в теоретическую информатику. Часть 1: учебное пособие/ Губарев В.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 420 с.

### **Дополнительная литература:**

1. Математика фракталов: учебное пособие/ Махоркин А.В., Махоркин В.В.— Электрон. текстовые данные.— Калининград: Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2011.— 156 с.
2. Современные методы структурного анализа веществ: учебник / Куприянов М.Ф., Рудская А.Г., Кофанова Н.Б. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2009. - 288 с. ISBN 978-5-9275-0653-8.
3. Физика твердого тела: учебное пособие / Корнилович А.А., Ознобихин В.И., Суханов И.И., Холявко В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012.— 71 с.

### **Интернет-ресурсы:**

1. Статистические модели в квантовой физике, экологии и экономики/ Рау В.Г., Рау Т.Ф., Малеев А.В.— Научная библиотека РАЕ — 2015.// Режим доступа: <http://www.monographies.ru/en/book/view?id=581>

2. Самоподобный рост периодических разбиений и графов/ Журавлев В.Г. —Алгебра и анализ// Режим доступа:  
<http://www.mathnet.ru/links/ef94c5410e5f72ce94fa99c6abb17e5c/aa926.pdf>
3. Труды 5 Всероссийской научной школы «Математические исследования в естественных науках»// Режим доступа: <http://www.rjcgroun.ru/pages/doc/mat.pdf>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные аудитории, оснащённые доской (для мела или маркера), экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком.

Аудитории для проведения практических занятий, оснащённые современными персональными компьютерами, объединёнными в локальную вычислительную сеть и укомплектованными необходимым системным и прикладным программным обеспечением.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Рабочую программу составил старший преподаватель каф. ФиПМ Горшков К.А.  
(ФИО, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя) ш. спец. научно-исслед. отдела ФКП "ГПТ Паруса"  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол № 11А от 17.04.15 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

С.М. Аракелян

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 01.03.02

Протокол № 11А от 17.04.15 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_

С.М. Аракелян

(ФИО, подпись)

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_