



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

(подпись)

Ширмовский С.Э.  
(Ф.И.О. рук. ОП)  
«18» сентября 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
теоретической и ядерной физики  
(название кафедры)



(подпись)

Ширмовский С.Э.  
(Ф.И.О. зав. каф.)  
«28» сентября 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Программирование физических задач**

**Направление подготовки 03.03.02 Физика**

**Форма подготовки очная**

курс 3, семестр 6  
лекции 36 час.  
практические занятия 0 час.  
лабораторные работы 72 час.  
в том числе с использованием МАО лек. 8 /пр. 0 /лаб. 72 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 108 час.  
в том числе с использованием МАО 80 час.  
самостоятельная работа 72 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 45 час.  
контрольные работы нет  
курсовая работа нет  
зачет 6 семестр  
экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 №12-13-1282.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической и экспериментальной физики, протокол №1 от «18» сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой Ширмовский С.Э.  
Составитель: к.ф.-м.н. доцент Гой А.А.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree in Physics (03.03.02).**

**Course title:** Programming physical tasks.

**Basic (variable) part of Block 1, 6 credits.**

**Instructor:** Goy Alexander A.

**At the beginning of the course a student should be able to:**

GPC-2: the ability to use basic knowledge of fundamental sections of mathematics in professional activity, create mathematical models of typical professional problems, and interpret the results obtained taking into account the limits of applicability of models.

GPC-6: ability to solve standard problems of professional activity on the basis of information and bibliographic culture with the use of information and communication technologies and taking into account the basic information security requirements.

**Learning outcomes:**

GPC-3: the ability to use basic theoretical knowledge of the fundamental sections of general and theoretical physics to solve professional problems.

GPC-4: the ability to understand the essence and significance of information in the development of modern society, to realize the danger and threat arising in this process, to comply with the basic requirements of information security.

SPC-6: the ability to apply in practice the professional knowledge and skills obtained in the development of specialized physical disciplines.

**Course description:**

In the course of studying the discipline "Systems of Computer Mathematics" students study the basics of computer algebra and learn to use Maxima computer mathematics system to solve physical and mathematical problems.

**Main course literature:**

1. Pankrat'yev E.V. Vvedeniye v komp'yuternuyu algebru [Introduction to Computer Algebra] – M.: Internet-Universitet Informatsionnykh Tekhnologiy (INTUIT), 2016. – 324 p. – Access: <http://www.iprbookshop.ru/62811.html>.
2. D'yakonov V.P. Entsiklopediya komp'yuternoy algebrы [Encyclopedia of computer algebra] – M.: DMK Press, 2010. – 1264 p. – Access: <https://e.lanbook.com/book/1179>
3. Maxima Manual. Version 5.41.0 – 2016. – 1166 p. – Access: <http://maxima.sourceforge.net/docs/manual/maxima.pdf>
4. Chichkarov Ye.A. Komp'yuternaya matematika s Maxima: Rukovodstvo dlya shkol'nikov i studentov [Computer Mathematics with Maxima: A guide for students and students.] – M.: ALT Linux, 2012. – 384 p. – Access: <https://www.altlinux.org/Images/0/0b/MaximaBook.pdf>
5. Il'ina V.A., Silayev P.K. Sistema analiticheskikh vychisleniy MAXIMA dlya fizikov-teoretikov [System of analytical calculations MAXIMA for theoretical physicists] – M.: MGU im. M.V.Lomonosova, 2007. – 113 p. – Access:

<https://www.twirpx.com/file/157466/>

6. Stakhin N.A. Osnovy raboty s sistemoy analiticheskikh (simvol'nykh) vychisleniy Maxima [Basics of working with the system of analytical (symbolic) Maxima computing] – М.: 2008. – 86 p. – Access:

[http://www.uneex.ru/static/MethodBooks\\_Maxima/Maxima.pdf](http://www.uneex.ru/static/MethodBooks_Maxima/Maxima.pdf)

**Form of final control:** pass-fail exam and exam.

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Программирование физических задач» предназначена для студентов очной формы обучения направления подготовки 03.03.02 «Физика».

Дисциплина «Программирование физических задач» относится к вариативной части базового блока обязательных дисциплин (Б1.В.ДВ.8.1). Трудоемкость дисциплины – 6 зачетных единиц, 216 академических часа (лекций – 36 час., лабораторных занятий – 72 часа, самостоятельной работы – 72 часа). Практические и лекционные занятия проводятся с использованием методов активного обучения.

В ходе изучения дисциплины «Программирование физических задач» студенты изучают основы компьютерной алгебры и обучаются использованию системы компьютерной математики Maxima для решения физических и математических задач.

Данная дисциплина базируется на материале курсов «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Программирование», «Вычислительная физика» и «Численные методы и математическое моделирование». Знания, навыки и умения, полученные при изучении дисциплины «Программирование физических задач» будут необходимы при подготовке выпускных квалификационных работ и научно-исследовательской деятельности.

**Цель** – знакомство студентов с основными понятиями и техникой символьных вычислений и приобретение начальных навыков в использовании системы компьютерной математики Maxima.

### **Задачи:**

- обеспечить базовую подготовку студентов в области компьютерной алгебры;
- научить студентов использовать систему компьютерной математики Maxima для решения различных задач физического и математического содержания;

- познакомить студентов с возможностями различных программных комплексов символьной компьютерной математики.

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

- способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2);
- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-6).

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующая профессиональная компетенция (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций	
<p>ОПК-4 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.</p> <p>ОПК-5 способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности</p>	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>• историю и основные понятия компьютерной алгебры;</li> <li>• основной набор существующих методов и алгоритмов решения задач компьютерной алгебры в научных, исследовательских и инженерных целях;</li> <li>• общие принципы организации аналитических вычислений, а также способы и средства их реализации для решения физических задач.</li> </ul>
<p>ПК-7 способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.</p>	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• выполнять полный цикл алгоритмического анализа и синтеза решения вычислительной задачи в общем (символьном) виде: от ее формальной постановки с помощью математических объектов до выбора структур данных и операторов языка программирования;</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками использования существующих и перспективных систем компьютерной алгебры общего и специального назначения.</li> </ul>

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Программирование физических задач» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения:

- проблемные лекции;
- самостоятельная работа студентов под руководством преподавателя по выполнению практических заданий.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Раздел I. Системы компьютерной математики (12 час.)**

#### **Тема 1. Введение в курс (4 час.)**

Вычисления в науке и технике. Вычисления в астрономии. Компьютерная алгебра. Системы компьютерной математики. Компьютерная алгебра и численный анализ. Представление информации в компьютере. Представление чисел в памяти компьютера. Примеры. Рекомендуемая литература.

#### **Тема 2. Системы компьютерной алгебры (4 час.)**

Компьютерная алгебра (символьные вычисления, аналитические вычисления, формальные вычисления). Предмет дисциплины СКА. Системы компьютерной алгебры. Динамические структуры данных. Структуры данных. Техника символьных вычислений. Списки и базисные операции над списками. Целочисленная арифметика. Списочное представление целых чисел. Списочное представление полиномов. Полиномиальная арифметика.

#### **Тема 3. Обзор свободных и коммерческих систем компьютерной математики (4 час., проблемная лекция)**

История возникновения компьютерной математики. Классификация систем компьютерной математики (по функциональному назначению, типу архитектуры, средствам реализации, областям применения, интегральным оценкам качества). Универсальные СКА: Reduce, Mathematica, Maple, Maxima. Специализированные СКА: Аналитик, Gap, CoCoA, Cadabra, Symbolic C++. Перспективные направления развития СКА.

## **Раздел II. Система компьютерной математики Maxima (24 час.)**

### **Тема 1. Введение в СКМ Maxima (4 час.)**

Система компьютерной математики Maxima. История СКМ Maxima. Структура Maxima: ядро, интерфейс и пакеты расширений. Maxima как интерпретатор. Возможности СКМ Maxima как СКА и численной системы. Рекомендуемая литература.

### **Тема 2. Основы работы в wxMaxima (4 час.)**

Интерфейсы wxMaxima, xMaxima и командной строки. Виды ячеек (Cells). Кнопки управления wxMaxima. Главное меню wxMaxima. Панели команд. Поддержка греческого алфавита. Форматы файлов.

### **Тема 3. Основы работы в Maxima (4 час.)**

Входные и выходные ячейки. Имена объектов в Maxima. Числа в Maxima. Арифметические и логические операции. Константы. Элементарные функции. Выражения. Подстановки. Операции с полиномами и рациональными дробями. Упрощение рациональных и тригонометрических выражений. Списки. Матрицы, умножение, обращение и транспонирование матриц; определитель и след. Собственные значения и собственные вектора матрицы. Вектора. Функции в Maxima. Построение двумерных графиков, некоторые опции. Графики с особыми точками. Решение алгебраических уравнений. Решение систем алгебраических уравнений. Выделение решений. Численное решение уравнений.

### **Тема 4. Математический анализ в Maxima (4 час.)**

Функции в Maxima. Вычисление пределов. Вычисление производных. Переключатель функции diff. Вычисление дифференциалов. Назначение свойств – declare. Разложение в ряд Тейлора. Вычисление интегралов. Интегралы, зависящие от параметра. Установление ограничений на параметры. Численное интегрирование: пакет romberg. Вычисление двукратных интегралов. Численное интегрирование: пакет quadpack. Функции (команды) пакета quadpack. Интегрирование дифференциальных уравнений: ode2. Интегрирование дифференциальных уравнений: desolve. Определение констант интегрирования. Выделение частей уравнений и выражений.

### **Тема 5. Программирование в Maxima (4 час.)**

Функции вывода на экран. Вывод в файл. Ввод данных. Работа с файлами. Загрузка дополнительных пакетов. Условные операторы. Операторы цикла. Блоки. Определение времени выполнения. Транслятор и компилятор в Maxima.

### **Тема 6. Использование пакета discrete для решения задач теории групп (4 час., проблемная лекция)**

Пакет discrete и его загрузка. Перестановки и их произведение. Элементарные операции с перестановками. Циклы. Генерация множества (списка) перестановок. Некоторые полезные операции со списками. Массивы. Некоторые полезные операции ввода-вывода.



## II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ ЧАСТИ ДИСЦИПЛИНЫ

Лабораторная часть дисциплины «Программирование физических задач» состоит в выполнении студентами пяти заданий (А, В, С, D и F), для каждого задания подготовлены 10 индивидуальных вариантов.

**Задание А. Базовые математические операции (10 час.)** (пример задания)

### Задание А-1

1. Упростите выражение

$$z = \frac{1}{4}(y^2 + 8x^2) - \left(\frac{y}{2} - 1\right)^2.$$

Вычислите его при

$$x = \sin \frac{\alpha}{2} \quad \text{и} \quad y = \cos \alpha.$$

2. Решите уравнение

$$x(1+x)^2 + a = 8ax$$

относительно  $x$ . Определите сумму корней этого уравнения.

3. Найдите угол (в градусах) между векторами

$$\vec{a} = (3, \sqrt{5}, -\frac{1}{5}) \quad \text{и} \quad \vec{b} = (-4.4, 2\pi, 3e).$$

4. Вычислите коммутатор  $C = [A, B] = A \cdot B - B \cdot A$  двух матриц

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a & \cos^2 \beta \\ 0 & a & -\sin^2 \beta \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{и} \quad B = \begin{pmatrix} \sin^2 \beta + a & \cos^2 \beta - a & -a \\ -\sin^2 \beta & \sin^2 \beta & \sin^2 \beta \\ -a & a - 1 & a \end{pmatrix}.$$

5. Определите функцию двух аргументов

$$f(x, y) = \frac{\sin(2x)}{x^2 - xy + 2}.$$

Постройте графики этой функции от  $x$  в пределах  $0 \leq x \leq 10$  для значений  $y = 2, 4, 6$  на одном листе. Используйте различные элементы оформления.

## Задание В. Задача по механике (12 час.) (пример задания)

### Задание В-1

Материальная точка массой  $m$  движется вдоль оси  $x$ . На точку действует квазиупругая сила  $F_e = -kx$ ,  $k > 0$ , и сила сопротивления среды, пропорциональная первой степени скорости:  $F_r = -\sigma v$ ,  $\sigma > 0$ . Пусть значения констант удовлетворяют условию  $\sigma^2 < 4km$ . В начальный момент времени точка имеет координату  $X < 0$  и нулевую скорость  $V = 0$ .

Определите:

- закон измерения координаты  $x = x(t)$  и скорости  $v = v(t)$  частицы со временем;
- конечное положение точки  $x_{fin}$  (когда она остановится);
- максимальную скорость точки  $v_{max}$ ;
- работу силы сопротивления на всем пути движения точки;
- для значений констант  $m = 0.4$  кг,  $k = 0.2$  кг/с<sup>2</sup>,  $\sigma = 0.35$  кг/с,  $X = -5$  м построить графики зависимости координаты  $x(t)$  и скорости  $v(t)$  от времени;
- при данных значениях констант определите численное значение  $v_{max}$  и соответствующего момента времени  $t_{max}$ .

## Задание С. Задача на условные экстремумы (12 час.) (пример задания)

### Задание С-1

Определите экстремумы функции  $f(x, y) = y^2 + x^2 - 3xy$ , если значения  $(x, y)$  лежат на эллипсе  $x^2 + 2y^2 = 1$ .

Задачу решите двумя методами:

- методом исключения зависимой переменной;
- методом неопределенных множителей Лагранжа.

Ответ оформите в виде таблицы:

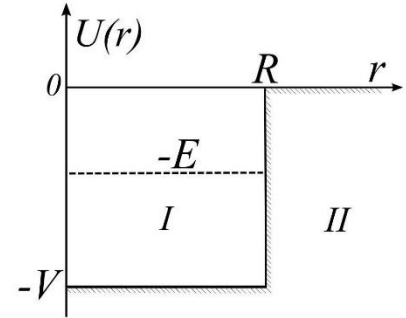
ОТВЕТ:

минимум в точке	$(x = \dots, y = \dots)$	с значением $f = \dots$
максимум в точке	$(x = \dots, y = \dots)$	с значением $f = \dots$
...	...	...

## Задание D. Задача по квантовой механике (18 час.) (пример задания)

### Задание D-1

1. Определите энергетический спектр  $E_{nl}$  частицы массой  $m = 940 \text{ МэВ}$  в сферически симметричной прямоугольной потенциальной яме (см. рис.) глубиной  $V = 45 \text{ МэВ}$  и радиусом  $R = 3.5 \text{ фм}$ . Для каждого состояния рассчитайте соответствующие нормированные волновые функции.



2. Изобразите полученные результаты на графике. На нём должна, как минимум, содержаться следующая информация:
  - вид потенциальной ямы с заданными параметрами;
  - энергетический спектр частицы;
  - нормированные волновые функции для каждого состояния;
  - используемые параметры потенциальной ямы.

### Краткая теория

Потенциальная энергия, радиальное уравнение Шредингера и его решение в областях I и II имеют вид

$$U(r) = \begin{cases} -V, & r < R, & \psi_I''(r) + \frac{2}{r}\psi_I'(r) + \left(k^2 - \frac{l(l+1)}{r^2}\right)\psi_I(r) = 0, & \psi_I(r) = A j_l(kr), \\ 0, & r \geq R, & \psi_{II}''(r) + \frac{2}{r}\psi_{II}'(r) - \left(\chi^2 + \frac{l(l+1)}{r^2}\right)\psi_{II}(r) = 0, & \psi_{II}(r) = B h_l^{(1)}(i\chi r), \end{cases}$$

где  $V > 0$  – глубина ямы,  $R$  – её радиус, а  $\chi^2 = 2mE/\hbar^2 > 0$ ,  $k^2 = 2m(V - E)/\hbar^2 > 0$ , а  $j_l(x)$  и  $h_l^{(1)}(x)$  – сферические функции Бесселя и Ханкеля первого рода. Энергия частицы  $E$  принимает значения  $0 < E < V$ .

Энергетические уровни  $E_{nl}$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ,  $l = 0, 1, 2, \dots$ ) определяются как решения нелинейного уравнения

$$k \frac{j_{l+1}(kR)}{j_l(kR)} = i\chi \frac{h_{l+1}^{(1)}(i\chi R)}{h_l^{(1)}(i\chi R)}.$$

Выбор коэффициентов  $A$  и  $B$  должен обеспечивать выполнение условий сшивания волновой функции и её производной на границе ямы

$$\psi_I(R) = \psi_{II}(R), \quad \psi_I'(R) = \psi_{II}'(R)$$

и условия нормировки

$$\int_0^\infty |\psi(r)|^2 dr = 1.$$

## Задание Е. Задача по теории групп (20 час.) (пример задания)

### Задание Е-1

Постройте таблицу умножения подгруппы чётных перестановок группы перестановок четырёх элементов  $S_4$ .

Найдите абелеву подгруппу подгруппы чётных перестановок группы  $S_4$ , содержащую максимальное количество элементов.

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Программирование физических задач» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Системы компьютерной математики	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	знает роль вычислений в науке и технике; представление чисел в памяти компьютера;	УО-2 коллоквиум	Вопросы № 1 – 11
			умеет выполнять элементарные аналитические и численные вычисления;	УО-1 собеседование	
			владеет навыками использования предметной терминологии.	ПР-2 контрольная работа	

2	Раздел II. Система компьютерной математики Mathima.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	знает историю СКМ Mathima; интерфейсы Mathima; основы работы в Mathima;	УО-1 собесе- дование	Вопросы № 12 – 41
			умеет выполнять простейшие вычисления на Mathima; анализировать задачи с точки зрения применения СКА;	УО-1 собесе- дование	
			владеет навыками использования СКМ Mathima при решении различных задач.	ПР-2 контро- льная работа	
3	Задание А. Базовые математические операции.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	знает базовые команды работы с арифметическими выражениями; команды решения уравнений и построения графиков;	УО-1 собесе- дование	Вопросы № 12 – 26
			умеет организовывать вычислительный процесс на СКА Mathima;	ПР-11 решение задач	
			владеет навыками использования СКА Mathima при решении простейших задач.	ПР-11 решение задач	
4	Задание В. Задача по механике.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	знает команды интегрирования дифференциальных уравнений;	УО-1 собесе- дование	Вопрос № 27 – 32
			умеет использовать начальные условия для определения констант интегрирования; выполнять базовые операции с уравнениями движения;	ПР-11 решение задач	
			владеет навыками использования СКА Mathima при решении механических задач.	ПР-11 решение задач	
5	Задание С. Задача на условные экстремумы.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	знает методы нахождения условных экстремумов; команды численного нахождения корней;	УО-1 собесе- дование	Вопросы № 27 – 32
			умеет решать системы алгебраических уравнений;	ПР-11 решение задач	
			владеет навыками использования СКА Mathima при решении математических задач.	ПР-11 решение задач	
6	Задание D. Задача по квантовой механике.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	знает постановку задач квантовой механики; способы разрывного определения функций;	УО-1 собесе- дование	Вопросы № 34 – 38

			умеет решать системы нелинейных уравнений; строить графики, иллюстрирующие результат решения задачи;	ПР-11 решение задач	
			владеет навыками использования СКА Maxima при решении задач квантовой механики.	ПР-11 решение задач	
7	Задание Е. Задача по теории групп.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	знает определение и свойства группы перестановок; основные команды для работы с перестановками;	УО-1 собесе- дование	Вопросы № 39 – 41
			умеет строить таблицы умножения группы перестановок;	ПР-11 решение задач	
			владеет навыками использования СКА Maxima при решении задач теории групп.	ПР-11 решение задач	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

*(электронные и печатные издания)*

1. Панкратьев Е.В. Введение в компьютерную алгебру [Электронный ресурс]/ Панкратьев Е.В.— Электрон. текстовые данные. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. – 324 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62811.html>. – ЭБС «IPRbooks»

2. Дьяконов В.П. Энциклопедия компьютерной алгебры. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 1264 с.  
<https://e.lanbook.com/book/1179>

3. Maxima Manual. Version 5.41.0 – 2016. – 1166 с.

<http://maxima.sourceforge.net/docs/manual/maxima.pdf>

4. Чичкарёв Е.А. Компьютерная математика с Maxima: Руководство для школьников и студентов. – М.: ALT Linux, 2012. – 384 с.

<https://www.altlinux.org/Images/0/0b/MaximaBook.pdf>

5. Ильина В.А., Силаев П.К. Система аналитических вычислений MAXIMA для физиков-теоретиков. – М.: МГУ им. М.В.Ломоносова, 2007. – 113 с.

<https://www.twirpx.com/file/157466/>

6. Стахин Н.А. Основы работы с системой аналитических (символьных) вычислений Maxima. – М.: 2008. – 86 с.

[http://www.uneex.ru/static/MethodBooks\\_Maxima/Maxima.pdf](http://www.uneex.ru/static/MethodBooks_Maxima/Maxima.pdf)

### **Дополнительная литература** (печатные и электронные издания)

1. Акритас А. Основы компьютерной алгебры с приложениями. – М.: Мир, 1994. – 544 с.

<http://inis.jinr.ru/sl/vol2/mathematics/%D0%90%D0%BB%D0%B3%D0%B5%D0%B1%D1%80%D0%B0/%D0%90%D0%BA%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%81,%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82.%D0%B0%D0%BB%D0%B3%D0%B5%D0%B1%D1%80%D1%8B%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%D0%BC%D0%B8,1994.pdf>

2. Бухбергер Б. и др. Компьютерная алгебра: Символьные и алгебраические вычисления. – М.: Мир, 1986. – 392 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:114584&theme=FEFU>

3. Дэвенпорт Дж., Сирэ И., Турнье Э. Компьютерная алгебра. – М.: Мир, 1991. – 352 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:31022&theme=FEFU>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://maxima.sourceforge.net/ru/> – русскоязычный сайт по системе компьютерной алгебры Maxima, включающий список доступной литературы.
2. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Maxima> – статья о системе компьютерной алгебры Maxima в Википедии.

## Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Выполнение практических заданий предполагает использование и освоение следующего свободного программного обеспечения:

1. система компьютерной математики **Maxima**  
(<http://maxima.sourceforge.net/ru/>)

Для подготовки иллюстративного материала используется следующее свободное программное обеспечение:

1. комплекс программ для реализации TeXa и LaTeXa для Windows **MiKTeX Complite MiKTeX** (<http://miktex.org/>);
2. оболочку для работы с MiKTeXом **TeXnicCenter**  
(<http://www.texniccenter.org/>);
3. программу просмотра файлов .pdf **Adobe Reader**  
(<http://www.adobe.com/>).

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вводные занятия ориентированы на освещение основных принципов работы с системой компьютерной математики Maxima и призваны сориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов. Студенты имеют доступ к подготовленным преподавателем презентациям, содержащим минимально необходимый материал. Дополнительная информация по изучаемым разделам может быть получена при самостоятельном изучении рекомендованной литературы.

Важнейшим компонентом работы студента является практическое выполнение пяти заданий. Задания выполняются как на аудиторных занятиях в компьютерном классе, так и в рамках предусмотренной самостоятельной работы.

Самостоятельная работа является важнейшей компонентой изучения дисциплины «Программирование физических задач» и состоит, помимо выполнения заданий, в изучении конспектов лекций и рекомендованной литературы.



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

Компьютерный класс:

свободное программное обеспечение – система компьютерной математики Maxima;

проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м<sup>2</sup>, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF AVervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Программирование физических задач»  
Направление подготовки 03.03.02 Физика  
Форма подготовки очная

**Владивосток  
2017**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1 неделя	Работа с литературой, изучение конспектов лекций	4 час.	опрос
2	2 – 4 неделя	Выполнение задания А	7 час.	оценка качества выполнения задания
3	5 неделя	Работа с литературой, изучение конспектов лекций	6 час.	опрос
4	6 – 9 неделя	Выполнение задания В	7 час.	оценка качества выполнения задания
5	10 – 12 неделя	Выполнение задания С	7 час.	оценка качества выполнения задания
6	13 – 15 недели	Выполнение задания D	7 час.	оценка качества выполнения задания
7	16 – 18 неделя	Выполнение задания F	7 час.	оценка качества выполнения задания

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение отдельных разделов тем дисциплины;
- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;

- подготовку к практическим занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к различным формам контроля.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Основным результатом самостоятельной работы по дисциплине «Программирование физических задач» является качественное выполнение пяти заданий. Студенты предоставляют преподавателю документы (файлы) Maxima с выполненным заданием, снабжённые необходимыми комментариями.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Общими критериями оценки результатов самостоятельной работы студентов являются:

- уровень освоения учебного материала;
- умение активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Программирование физических задач»  
Направление подготовки 03.03.02 Физика  
Форма подготовки очная

**Владивосток**  
**2017**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций	
<p>ОПК-4 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.</p> <p>ОПК-5 способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности</p> <p>ПК-7 способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.</p>	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>• историю и основные понятия компьютерной алгебры;</li> <li>• основной набор существующих методов и алгоритмов решения задач компьютерной алгебры в научных, исследовательских и инженерных целях;</li> <li>• общие принципы организации аналитических вычислений, а также способы и средства их реализации для решения физических задач.</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• выполнять полный цикл алгоритмического анализа и синтеза решения вычислительной задачи в общем (символьном) виде: от ее формальной постановки с помощью математических объектов до выбора структур данных и операторов языка программирования;</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками использования существующих и перспективных систем компьютерной алгебры общего и специального назначения.</li> </ul>

### Контроль достижения целей курса

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел I. Системы компьютерной математики	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	знает	УО-2 коллоквиум	Вопросы № 1 – 11
		умеет	УО-1 собеседование		
		владеет	ПР-2 контрольная работа		
2	Раздел II. Система компьютерной	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	знает	УО-1 собеседование	Вопросы № 12 – 41
		умеет	УО-1		

	математики Maxima.		выполнять простейшие вычисления на Maxima; анализировать задачи с точки зрения применения СКА;	собеседование	
			владеет навыками использования СКМ Maxima при решении различных задач.	ПР-2 контрольная работа	
3	Задание А. Базовые математические операции.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	знает базовые команды работы с арифметическими выражениями; команды решения уравнений и построения графиков;	УО-1 собеседование	Вопросы № 12 – 26
			умеет организовывать вычислительный процесс на СКА Maxima;	ПР-11 решение задач	
			владеет навыками использования СКА Maxima при решении простейших задач.	ПР-11 решение задач	
4	Задание В. Задача по механике.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	знает команды интегрирования дифференциальных уравнений;	УО-1 собеседование	Вопрос № 27 – 32
			умеет использовать начальные условия для определения констант интегрирования; выполнять базовые операции с уравнениями движения;	ПР-11 решение задач	
			владеет навыками использования СКА Maxima при решении механических задач.	ПР-11 решение задач	
5	Задание С. Задача на условные экстремумы.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	знает методы нахождения условных экстремумов; команды численного нахождения корней;	УО-1 собеседование	Вопросы № 27 – 32
			умеет решать системы алгебраических уравнений;	ПР-11 решение задач	
			владеет навыками использования СКА Maxima при решении математических задач.	ПР-11 решение задач	
6	Задание D. Задача по квантовой механике.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	знает постановку задач квантовой механики; способы разрывного определения функций;	УО-1 собеседование	Вопросы № 34 – 38
			умеет решать системы нелинейных уравнений; строить графики, иллюстрирующие результат решения задачи;	ПР-11 решение задач	

			владеет навыками использования СКА Maxima при решении задач квантовой механики.	ПР-11 решение задач	
7	Задание Е. Задача по теории групп.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	знает определение и свойства группы перестановок; основные команды для работы с перестановками;	УО-1 собеседование	Вопросы № 39 – 41
			умеет строить таблицы умножения группы перестановок;	ПР-11 решение задач	
			владеет навыками использования СКА Maxima при решении задач теории групп.	ПР-11 решение задач	

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	
<p>ОПК-4 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.</p> <p>ОПК-5 способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности</p> <p>ПК-7 способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.</p>	знает (пороговый уровень)	историю и основные понятия компьютерной алгебры; основной набор существующих методов и алгоритмов решения задач компьютерной алгебры в научных, исследовательских и инженерных целях; общие принципы организации аналитических вычислений, а также способы и средства их реализации для решения физических задач.	Знание основных понятий компьютерной алгебры, методов и алгоритмов решения задач, общие принципы организации аналитических вычислений.	Способность перечислить и охарактеризовать основные понятия компьютерной алгебры, методы и алгоритмы решения задач, общие принципы организации аналитических вычислений.	
		умеет (продвинутый уровень)	выполнять полный цикл алгоритмического анализа и синтеза решения вычислительной задачи в общем (символьном) виде: от ее формальной постановки с помощью математических объектов до выбора структур данных и операторов языка программирования;	Умение выполнять полный цикл алгоритмического анализа и синтеза решения вычислительной задачи в общем (символьном) виде: от ее формальной постановки с помощью математических объектов до выбора структур данных и операторов языка программирования.	Способность выполнять полный цикл алгоритмического анализа и синтеза решения вычислительной задачи в общем (символьном) виде.
		владеет (высокий)	навыками использования существующих и перспективных систем компьютерной алгебры	Владение навыками использования существующих и перспективных систем компьютерной алгебры.	Способность применять системы компьютерной математики для решения



	уро- вень)	общего и специального назначения.		конкретных физиче- ских задач.
--	---------------	--------------------------------------	--	-----------------------------------

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Программирование физических задач» осуществляется в форме экзамена и зачёта.

На экзамен выносятся теоретический (лекционный) материал, при этом учитываются результаты выполнения практических заданий.

Оценка «отлично» выставляется студенту, показавшему высокий уровень владения материалом и на отлично выполнившему все практические задания.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, показавшему хороший уровень владения материалом и на хорошо выполнившему все практические задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, показавшему достаточный уровень владения материалом и выполнившему все практические задания.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, не проявившему достаточных знаний теоретического материала или не выполнившему все практические задания.

На зачет выносятся качество решения пяти практических задач (А, В, С, D и F).

Оценка «зачтено» выставляется студенту, выполнившему все пять заданий и ответившего на большинство дополнительных вопросов.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, не выполнившему всех заданий.

### **Список вопросов, выносимых на экзамен по дисциплине «Программирование физических задач»**

1. Роль вычислений в науке и технике.
2. Компьютерная алгебра. Системы компьютерной математики.
3. Компьютерная алгебра и численный анализ.
4. Представление информации в компьютере. Представление чисел в памяти компьютера.
5. Компьютерная алгебра (символьные вычисления, аналитические вычисления, формальные вычисления).
6. Динамические структуры данных. Структуры данных. Техника символьных вычислений.

7. Списки и базисные операции над списками. Целочисленная арифметика. Списочное представление целых чисел.
8. Списочное представление полиномов. Полиномиальная арифметика.
9. Классификация систем компьютерной математики (по функциональному назначению, типу архитектуры, средствам реализации, областям применения, интегральным оценкам качества).
10. Универсальные СКА: Reduce, Mathematica, Maple, Maxima.
11. Специализированные СКА: Аналитик, Gap, CoCoA, Cadabra, Symbolic C++.
12. Система компьютерной математики Maxima. История СКМ Maxima.
13. Структура Maxima: ядро, интерфейс и пакеты расширений. Maxima как интерпретатор.
14. Возможности СКМ Maxima как СКА и численной системы.
15. Интерфейсы wxMaxima, xMaxima и командной строки.
16. Виды ячеек (Cells). Кнопки управления wxMaxima.
17. Главное меню wxMaxima. Панели команд.
18. Форматы файлов.
19. Входные и выходные ячейки. Имена объектов в Maxima.
20. Числа в Maxima. Арифметические и логические операции. Константы.
21. Элементарные функции. Выражения. Подстановки.
22. Операции с полиномами и рациональными дробями. Упрощение рациональных и тригонометрических выражений.
23. Списки. Матрицы, умножение, обращение и транспонирование матриц; определитель и след.
24. Собственные значения и собственные вектора матрицы. Вектора.
25. Функции в Maxima.
26. Построение двумерных графиков, некоторые опции. Графики с особыми точками.
27. Решение алгебраических уравнений. Решение систем алгебраических уравнений.
28. Вычисление пределов. Вычисление производных. Переключатель функции diff.
29. Вычисление дифференциалов. Назначение свойств – declare.
30. Разложение в ряд Тейлора.
31. Вычисление интегралов. Интегралы, зависящие от параметра.
32. Установление ограничений на параметры.
33. Численное интегрирование: пакет romberg. Вычисление двухкратных интегралов. Численное интегрирование: пакет quadpack. Функции (команды) пакета quadpack.

34. Интегрирование дифференциальных уравнений: `ode2`. Интегрирование дифференциальных уравнений: `desolve`. Определение констант интегрирования.
35. Функции вывода на экран. Вывод в файл.
36. Ввод данных. Работа с файлами. Загрузка дополнительных пакетов. Условные операторы. Операторы цикла.
37. Блоки. Определение времени выполнения.
38. Транслятор и компилятор в Maxima.
39. Пакет `discrete` и его загрузка.
40. Перестановки и их произведение.
41. Элементарные операции с перестановками. Циклы. Генерация множества (списка) перестановок.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация по дисциплине «Системы компьютерной математики» проводится на практических занятиях и в ходе контроля самостоятельной работы.

Объектами оценивания выступают:

- активность на занятиях, посещаемость занятий по дисциплине;
- степень освоения теоретических знаний;
- уровень овладения навыками решения задач;
- результаты самостоятельной работы.