

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов»
(РУДН)*

*Факультет физико-математических и естественных наук
Институт физических исследований и технологий*

Рекомендовано МССН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

03.03.02 «Физика»

**Квалификация (степень) выпускника
бакалавр**

1. Цели и задачи дисциплины:

Цели: получение студентами практических навыков в решении физических задач численными методами.

Задачи курса: изучение и освоение численных методов решения физических задач; совершенствование практических навыков программирования на алгоритмических языках высокого уровня.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Вычислительная физика» относится к дисциплинам вариативной части основной образовательной программы по направлению 03.03.02 – Физика.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
1	УК-12. Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных.	Базовые пакеты Модуль Общий физический практикум	Научно-исследовательская работа; Численные методы и математическое моделирование; Вычислительный эксперимент в физике сложных систем
4	ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.		
5	ОПК-3. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности.		
6	ПК-2. Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта		

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основы программирования на языке Fortran (элементы языка, типы данных, алгоритмы ветвления, организация циклов, представление массивов, считывание и запись в файлы,

процедуры); основы численных методов решения физических задач; принципы реализации конечно-разностных методов моделирования (метод Эйлера);

Уметь: применять численные методы для решения математических и физических задач; строить алгоритмы и писать программы (коды) на языке Fortran; использовать разработанные ранее алгоритмы;

Владеть: приемами программирования на языке Fortran; численными методами решения физических задач.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2		
Аудиторные занятия (всего)	68	36	32		
В том числе:					
<i>Лекции</i>					
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	68	36	32		
<i>Семинары (С)</i>					
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>					
Самостоятельная работа (всего)	76		76		
Общая трудоемкость	час	144	36	108	
зач. ед.		4	1	3	

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Основы программирования на языке Fortran	1. Элементы языка Fortran. Типы данных. Алгоритмы ветвления: основные возможности среды разработки Visual Studio; базовые операторы Fortran; операторы ветвления 2. Организация циклов: формат записи структуры цикла в Fortran; цикл по условию и цикл с фиксированным числом итераций 3. Массивы: формат записи статических и динамических массивов в Fortran; операции над массивами 4. Считывание и запись в файл: операторы чтения и записи в файл в Fortran 5. Процедуры: операторы создания процедур в Fortran
2.	Постановка и проведение численного эксперимента в физике	1. Моделирование движения тела, брошенного под углом к горизонту: изучение конечно-разностных методов программирования на примере моделирования движения материальной точки в поле тяжести; основы моделирования движения конечно-разностными методами: метод Эйлера 2. Моделирование движения материальной точки в поле тяжести: движение мячей и снарядов в спортивных играх 3. Математические модели идеального газа: моделирование движения группы частиц; принципы перехода от 3-х мерной модели к одномерному приближению 4. Гармонический осциллятор: теоретические основы моделирования периодических процессов; численное изучение периодических процессов на примере математического маятника 5. Движение заряженных частиц в электрическом поле: модель движения заряженных частиц в плоском конденсаторе;

		движения заряженных частиц в неоднородном электростатическом поле
--	--	---

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Семина.	СРС	Всего час.
1	Основы программирования на языке Fortran		36		38	74
2	Постановка и проведение численного эксперимента в физике		32		38	70

6. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
1	1	Элементы языка Fortran. Типы данных. Алгоритмы ветвления	4
2	1	Организация циклов	8
3	1	Массивы	8
4	1	Считывание и запись в файл	8
5	1	Процедуры	8
6	2	Моделирование движения тела, брошенного под углом к горизонту	8
7	2	Моделирование движения материальной точки в поле тяжести	6
8	2	Математические модели идеального газа	6
9	2	Гармонический осциллятор	6
10	2	Движение заряженных частиц в электрическом поле	6

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины:

Персональные компьютеры (15 станций), локальная сеть, выход в интернет, мультимедиа средства, проектор, интерактивная доска.

8. Информационное обеспечение дисциплины

1. Информационно-справочные и поисковые системы: телекоммуникационная учебно-информационная система (ТУИС) Учебный портал РУДН
2. Научная электронная библиотека РУДН
3. EqWorld. Мир математических уравнений. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/software.htm>
4. Математическое моделирование в естественных науках. http://mathmod.aspu.ru/?id=6&sub_id=1
5. Вычислительные методы и программирование. <http://num-meth.srcc.msu.ru>
6. программное обеспечение: Microsoft Office, SciDAVis/Origin,
7. базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: а. центр справки и обучения Office (<https://support.office.com/ru-ru>); б. SciDAVis (<https://highperformancocoder.github.io/SciDAVis/Origin-handbook/index.html>); в. Origin Lab (<https://www.originlab.com/doc/User-Guide>) г. Scilab (https://help.scilab.org/docs/6.1.0/ru_RU/index.html)

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а. основная литература:

1. С. Немнюгин, О. Стесик. Фортран в задачах и примерах. СПб.: БХВ-Петербург. 2012.
2. М.А. Немнюгин и О.Л. Стесик. Современный Фортран. Самоучитель. СПб: БЧВ- Петербург, 2005.
3. Р.П. Федоренко. Введение в вычислительную физику. М.: Изд-во МФТИ, 1994.
4. Н.Н. Калиткин. Численные методы. - М.: Наука, 1978. - 512 с.
5. Д. Поттер. Вычислительные методы в физике. - М.: Наука, 1975.
6. П.Н. Вабищевич. Численное моделирование. - М.: МГУ. 1993. 152 с.

б. дополнительная литература:

1. А.А. Самарский. Введение в численные методы. - М: Наука, 1987
2. Вычислительные методы в физике плазмы. под редакцией Олдера Б., Фернбаха С. Ротенберга М. - М: Мир, 1974, 111 с.
3. И. В. Савельев. Курс общей физики: В 5-и кн.: Кн. 1: Механика: Учеб. пособие для втузов, Москва: ООО "Издательство Астрель", 2004.
4. И.В. Савельев. Курс общей физики: в 5 кн. Кн. 2: электричество и магнетизм: учеб. пособие для втузов, М.: АСТ: Астрель, 2006.
5. И.В. Савельев. Курс общей физики. В 5 кн. Кн.3. Молекулярная физика и термодинамика: Учеб. пособие для втузов, М.: ООО "Издательство Астрель", 2003.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Все домашние задания и контрольные работы выполняются в электронном виде и крепятся к заданиям в соответствующих разделах электронного курса ТУИС РУДН. Распечатанный экземпляр работ предоставляется по запросу преподавателя. Переписывание контрольных работ программой курса не предусмотрено. Реферат подготавливается в группах по 4-5 человек с использованием всех возможностей изученных программных средств и представляется на одном из последних занятий семестра.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все домашние задания, отчеты по лабораторным работам, контрольные работы выполняются в электронном виде и крепятся к заданиям в соответствующих разделах электронного курса ТУИС РУДН. Распечатанный экземпляр работ предоставляется по запросу преподавателя. Переписывание контрольных работ программой курса не предусмотрено.

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**Шкала оценок**

Соответствие систем оценок (согласно Приказу Ректора № 996 от 27.12.2006 г.)

Баллы БРС	Традиционные оценки в РФ	Баллы для перевода оценок	Оценки	Оценки
86-100	5	95-100	5+	A
		86-94	5	B
69-85	4	69-85	4	C
51-68	3	61-68	3+	D
		51-60	3	E
0-50	2	31-50	2+	FX
		0-30	2	F
51-60	Зачет		Зачет	Passed

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине Вычислительная физика

Направление/Специальность: 03. 03.02 Физика

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	Наименование оценочного средства										Баллы темы	Баллы раздела		
			Текущий контроль							Промежуточная аттестация						
			Аудиторная работа	Контрольная работа	Выполнение ЛР	Выполнение КР/КП	Выполнение ДЗ	Реферат	Выполнение РГР	Защита ЛР	Экзамен/Зачет			
УК-12, УК-12.1, УК-12.2, ОПК-2, ОПК-3, ПК-2	Раздел 1: Основы программирования на языке Fortran	Тема 1: Элементы языка Fortran. Типы данных. Алгоритмы ветвления	1	10			5								8	39
		Организация циклов	1				5							8		
		Тема 3: Массивы	1				5							8		
		Тема 4: Считывание и запись в файл	1				5	10						8		
		Тема 5: Процедуры					5							7		
УК-12, УК-12.1, УК-12.2, ОПК-2, ОПК-3, ПК-2	Раздел 2: Постановка и проведение численного эксперимента в физике	Тема 1: Моделирование движения тела, брошенного под углом к горизонту		5			2			8				11	61	
		Тема 2: Моделирование движения материальной точки в поле тяжести					2			8			11			
		Тема 3: Математические модели идеального газа					2			8			11			
		Тема 4: Гармонический осциллятор					2			8			11			

		Тема 5: Движение заряженных частиц в электрическом поле					2			14				17	
		Итого:	4	15			35	10		36				100	100

Образец заданий контрольной работы (Основы программирования на языке Fortran):

Даны радиус круга и четыре сторона квадрата. Написать процедуру, определяющую чья площадь больше?

Найти произведение ненулевых элементов двумерного массива. Использовать файлы и генератор случайных чисел.

Образцы домашнего задания:

Тема 1. Алгоритмы ветвления.

1. Вы ввели трехзначное число. Затем ввели любую цифру. Составьте программу, определяющую, есть ли в этом числе данная цифра.
2. Дано трехзначное число. Является ли оно симметричным (наприм. 232)?
3. Треугольники заданы сторонами a, b, c и a, b, c . Выяснить, являются ли они подобными.
4. На числовой оси расположены три точки: А, В, С. Определить, какая из двух последних точек (В или С) расположена ближе к А, и вывести эту точку и ее расстояние от точки А.
5. Заданы два натуральных числа. Является ли их среднее арифметическое целым числом?

Тема 2. Циклы.

1. Даны два целых числа А и В ($A < B$). Вывести все целые числа, расположенные между данными числами (не включая сами эти числа), в порядке их убывания, а также количество N этих чисел.
2. Написать программу, подсчитывающую количество четных и нечетных цифр в числе.
3. Вводится число. Преобразовать его в другое число, цифры которого будут следовать в обратном порядке.
4. Найти наибольший общий делитель.
5. Дано число $D (> 0)$. Последовательность чисел AN определяется следующим образом: $A_1 = 2$, $A_N = 2 + 1/AN$, $N = 2, 3, \dots$. Найти первый из номеров K , для которых выполняется условие $|AK - AK-1| < D$, и вывести этот номер, а также числа AK и $AK-1$.

Тема 3. Массивы.

1. Вводится целочисленный массив размерности n . Определить второй по величине элемент массива.
2. Вводится целочисленный массив размерности n . Определить номер минимального элемента массива. Если таких элементов несколько, вывести их все.
3. Массив размерности n заполнен цифрами. Подсчитать, сколько раз встречается каждая цифра.
4. На пронумерованных дискетах записано различное количество файлов, и только две дискеты имеют одинаковое число файлов. Написать эффективную программу определения номеров этих дискет.
5. Диспетчер заносила в базу номера товаров, которые поступали на склад в течение дня. Посчитать, сколько различных видов товаров было привезено на склад за этот день.

Тема 4. Чтение и запись в файл.

1. Создать единичную матрицу и записать ее в файл.
2. Задан двумерный массив действительных чисел. Если в данном массиве есть хотя бы один член, меньший чем -2 , то все отрицательные члены заменить их квадратами. Результат записать в файл.
3. В 10 регионов были отправлены вагоны с 20 различными видами товаров. Подсчитать общий вес продукции, отправленной в каждый регион, и общий вес продукции каждого вида. Входные данные считать из файла.
4. В файле представлена таблица a , состоящая из n строк и n столбцов. Требуется определить, есть ли в таблице такой элемент $a[i, j]$, который был бы максимален в i -й строке и минимален в j -м столбце. Если такой элемент есть в таблице, то вывести его координаты. Если таких элементов несколько, то вывести координаты одного из них.

5. Вычислить AAT , где A - двумерный массив размера $n \cdot m$. Считывание массива производить из файла.

Тема 5. Процедуры.

1. Напишите процедуру, которая находит количество нечетных цифр заданного натурального числа.

Напишите процедуру, которая выводит все члены последовательности $2 \cdot a_{n-1} - 1$, где $a_1 = 2$, которые меньше 10000.

3. Напишите процедуру, которая определяет факториал заданного числа.

4. Напишите процедуру, которая рассчитывает выражение: $\cos(1 + \cos(2 + \dots + \cos(99 + \cos(100)) \dots))$.

5. Напишите процедуру, которая создает и записывает в файл нижне-диагональную матрицу случайных чисел.

Список тем лабораторных работ:

1. Моделирование движения тела, брошенного под углом к горизонту
2. Моделирование движения материальной точки в поле тяжести
3. Математические модели идеального газа
4. Гармонический осциллятор
5. Движение заряженных частиц в электрическом поле

Программа разработана в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Руководитель направления 03.03.02

Директор института физических исследований и технологий, д.ф.-м.н., профессор



О.Т. Лоза