

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра теоретической физики и  
волновых явлений  
(ТФВЯ\_ИИФР)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра теоретической физики и  
волновых явлений (ТФВЯ\_ИИФР)**

наименование кафедры

**профессор С.Г. Овчинников**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И  
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Дисциплина Б1.Б.13 Численные методы и математическое  
моделирование

Направление подготовки / 03.03.02 Физика 03.03.02.01  
специальность Фундаментальная физика 2018г.

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2018

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

030000 «ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 03.03.02 Физика 03.03.02.01 Фундаментальная физика

---

2018г.

---

Программу  
составили

к.ф.-м.н., доцент, С.В. Николаев

---

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

Целью преподавания данной дисциплины является:

- сформировать у студентов представление, первичные знания по основам вычислительной математики как научной и прикладной дисциплины.
- обучить студентов основным численным методам решения классических задач математики и математической физики;
- сформировать умения и навыки выбора эффективных алгоритмов расчета, анализа и интерпретации результатов вычислений;
- подготовить студентов к дальнейшему самообразованию и применению полученных знаний в научно-исследовательской деятельности при решении задач естествознания, с использованием математических методов и компьютерных технологий.

### **1.2 Задачи изучения дисциплины**

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести знания, умения и навыки, необходимые для его профессиональной деятельности, в частности:

- сформировать представление о теоретических и практических проблемах вычислительной математики, связанных с необходимостью проведения численных расчетов как средства проверки математических моделей;
- овладеть основными понятиями и методами вычислительной математики;
- овладеть численными методами решения классических задач линейной и нелинейной алгебры, аппроксимации функций, численного дифференцирования и интегрирования, численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений и уравнений в частных производных, интегральных уравнений;
- сформировать навык и умение оценивать погрешность результата численного расчета;
- составлять эффективные и оптимизированные алгоритмы для решения поставленных задач численными методами с использованием изученных языков программирования
- обладать навыками использования специализированных пакетов прикладных программ для графического отображения результатов вычислений;
- использовать полученные знания при проведении научных и

прикладных исследований.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>ОПК-2: способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</b>	
Уровень 1	теоретические основы вычислительной математики; численные методы решения классических задач математики и математической физики; численные методы решения нестандартных задач математики и математической физики
Уровень 1	создавать математические модели типовых профессиональных задач
Уровень 1	способностью использовать в профессиональной деятельности математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Для успешного усвоения данного курса необходимо освоение следующих дисциплин:

Информатика

Линейная алгебра. Аналитическая геометрия

Математический анализ

Дифференциальные уравнения физики

Вычислительная физика

Основы объектно-ориентированного программирования

Основные положения курса «Численные методы и математическое моделирование» могут быть использованы при изучении предметов, связанных с решением задач обработки информации и компьютерного моделирования, в частности:

НИР

Физика и методы исследования наноструктур

Спецпрактикум по физике твёрдого тела

Преддипломная практика

Практикум по оптической спектроскопии

Квантовая электроника

Физические свойства кристаллов

Оптическая спектроскопия твёрдого тела

Физика твёрдого тела

Спектроскопия атомов и молекул

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		5
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4 (144)</b>	<b>4 (144)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,5 (54)</b>	<b>1,5 (54)</b>
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	1 (36)	1 (36)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,5 (54)</b>	<b>1,5 (54)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Да	Да
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Численные методы линейной и нелинейной алгебры.	6	14	0	15	ОПК-2
2	Численное интегрирование	3	6	0	12	ОПК-2
3	Аппроксимация функций	3	4	0	12	ОПК-2
4	Обыкновенные дифференциальные уравнения	6	12	0	15	ОПК-2
Всего		18	36	0	54	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Введение. Точность вычислительного эксперимента	1	0	0
2	1	Прямые методы	1	0	0
3	1	Итерационные методы	1	0	0
4	1	Методы решения нелинейных уравнений	1	0	0
5	1	Методы решения систем нелинейных уравнений	1	0	0

6	1	Задачи на собственные значения	1	0	0
7	2	Полиномиальная аппроксимация	1	0	0
8	2	Нестандартные формулы	1	0	0
9	2	Кратные интегралы	1	0	0
10	3	Интерполирование	1	0	0
11	3	Аппроксимация	1	0	0
12	3	Сглаживание	1	0	0
13	4	Численное дифференцирование	1	0	0
14	4	Задача Коши	3	0	0
15	4	Краевая задача	2	0	0
Всего			18	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Введение. Основные требования техники безопасности при работе в компьютерном классе. Требования к студентам, структура курса.	2	0	0
2	1	Системы линейных алгебраических уравнений. Прямые методы: метод Гаусса (метод исключения Гаусса), метод Жордана-Гаусса. Вычисление определителя и обратной матрицы. Итерационные методы: метод простой итерации, метод Зейделя.	6	0	0
3	1	Методы решения систем нелинейных уравнений: метод простых итераций, метод Зейделя, метод Ньютона.	6	0	0



4	2	Численное интегрирование: метод прямоугольников, метод трапеций, метод Симпсона, метод «3/8». Процедура Рунге оценки погрешности квадратурной формулы. Формулы Гаусса-Кристоффеля.	6	0	0
5	3	Аппроксимация функций. Интерполирование: многочлен Лагранжа, многочлен Ньютона. Линейная аппроксимация (метод наименьших квадратов).	4	0	0
6	4	Обыкновенные дифференциальные уравнения. Задача Коши: одношаговые методы (методы Рунге-Кутты), многошаговые методы (метод прогноза-коррекции). Повышение точности результата.	6	0	0
7	4	Обыкновенные дифференциальные уравнения. Краевая задача: метод стрельбы (баллистический метод), метод стрельбы для линейных краевых задач, метод конечных разностей (сеток).	6	0	0
Всего			26	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

#### 4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Николаев С. В.	Численные методы и математическое моделирование: учеб. - метод. пособие для лабораторного практикума и самостоятельной работы [для студ. напр. 010700.62 "Физика"]	Красноярск: СФУ, 2012

#### 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

#### 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Бахвалов Н.С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М.	Численные методы: учеб. пособие для студентов физ.-мат. спец. вузов	Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2007
Л1.2	Вержбицкий В. М.	Численные методы. Математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения: учебное пособие для вузов	Москва: Директ-Медиа, 2013
Л1.3	Калиткин Н.Н.	Численные методы: Учебное пособие	Санкт-Петербург: Издательство "БХВ-Петербург", 2015
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Марчук Г. И.	Методы вычислительной математики: учебное пособие	Москва: Лань, 2009
Л2.2	Самарский А. А.	Введение в численные методы: учебное пособие для вузов	Москва: Лань, 2009
Л2.3	Шевцов Г. С., Крюкова О. Г., Мызникова Б. И.	Численные методы линейной алгебры: учеб. пособие для математич. направлений и спец. вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2011

Л2.4	Дьяконов В.П.	MATLAB 7.*/R2006/R2007: Самоучитель	Москва: ДМК Пресс, 2009
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Николаев С. В.	Численные методы и математическое моделирование: учеб. - метод. пособие для лабораторного практикума и самостоятельной работы [для студ. напр. 010700.62 "Физика"]	Красноярск: СФУ, 2012

### **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Мир математических уравнений	<a href="http://eqworld.ipmnet.ru">http://eqworld.ipmnet.ru</a>
Э2	Электронная естественнонаучная библиотека	<a href="http://bib.tiera.ru">http://bib.tiera.ru</a>
Э3	Поисковая машина электронных книг	<a href="http://www.poiskknig.ru">http://www.poiskknig.ru</a>
Э4	Файловый архив для студентов	<a href="http://www.studfiles.">http://www.studfiles.</a>
Э5	Электронная библиотека	<a href="http://gen.lib.rus.ec">http://gen.lib.rus.ec</a>

### **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Для самостоятельного изучения теоретического материала и выполнения индивидуальных заданий рабочей программой предусмотрено 1.5 з.е. (54 часов). Из них 0.5 з.е. (18 часов) отводится на освоение теоретического материала, 0.5 з.е. (18 часов) на выполнение индивидуальных заданий и 0.5 з.е. (18 часов) на выполнение курсовой работы.

В силу ограниченности аудиторного времени часть материала рассматривается достаточно кратко. При этом в основную программу дисциплины «Численные методы и математическое моделирование» не входит такой раздел, как визуализация расчетных данных. В связи с этим, возникает необходимость самостоятельного изучения соответствующих тем для лучшего усвоения материала и грамотного представления результатов численных расчетов. Для закрепления и проверки усвоенных знаний, каждому студенту выдается индивидуальное задание, которые можно выполнять и сдавать в течение всего семестра.

Самостоятельная работа позволяет студентам лучше разобраться в тонкостях численных алгоритмов решения различных задач. Решая индивидуальные задания, основанные на конкретных физических задачах, студенты быстрее осознают практическую сторону рассматриваемых методов, степень их применимости к определенным задачам и роль численных методов в современной научной работе. В

целом, это позволит студентам полностью усвоить все компетенции по данной дисциплине и подойти к контрольной точке с максимальной готовностью.

В течение семестра, по мере изложения материала на лекционных занятиях, на самостоятельное изучение выносятся соответствующие темы с указанием источника. Тема «Визуализация данных в среде MatLab» изучается при необходимости представления численных результатов в графическом виде для выполнения практических заданий.

Темы для самостоятельного изучения:

1. Визуализация данных в среде MatLab [2], стр. 277-340
2. Интегральные уравнения [1], стр. 515-546
3. Численное дифференцирование [1], стр. 80-96
4. Частичная проблема собственных значений [1], стр. 215-220
5. Минимум функции одного переменного [1], стр. 221-229
6. Задачи на собственные значения [1], стр. 319-329
7. Статистическая обработка эксперимента [1], стр. 548-571

[1] Калиткин Н.Н. Численные методы. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011.

[2] Дьяконов В.П. MATLAB. Полный самоучитель. – М.: ДМК Пресс, 2010.

На первом занятии студентам выдается индивидуальное задание (курсовая работа), выполнение которого предполагается в течение всего семестра по мере изучения необходимых разделов теории. Для защиты данного задания студент должен удовлетворить следующим критериям: представить рабочую программу в соответствии с требованиями, выставляемыми к оформлению программ на практических занятиях; показать знания физического процесса или явления, описываемого в индивидуальном задании; уметь интерпретировать численный результат с физической точки зрения.

Форма контроля самостоятельного изучения теоретического курса – экзамен и курсовая работа.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	1. Microsoft Visual Studio
9.1.2	2. Интегрированная среда разработки Delphi
9.1.3	3. Пакет прикладных программ MatLab.

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Занятия проводятся в учебных аудиториях для занятий лекционного, семинарского и лабораторного типа. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории, и персональными компьютерами с необходимым программным обеспечением.