

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

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра прикладной  
математики и компьютерной  
безопасности (ПМКБ\_ИКИТ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра прикладной математики  
и компьютерной безопасности  
(ПМКБ\_ИКИТ)**

наименование кафедры

**Кытманов Алексей  
Александрович**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ И  
ОПТИМИЗАЦИЯ (NUMERICAL  
ANALYSIS AND OPTIMIZATION)**

Дисциплина Б1.О.05 Численный анализ и оптимизация (Numerical Analysis and Optimization)

Направление подготовки / 01.04.02 Прикладная математика и  
специальность информатика,  
программа 01 04 02 09 Data Science and

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

010000 «МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 01.04.02 Прикладная математика и информатика,  
программа 01.04.02.09 Data Science and Mathematical Modeling

---

Программу  
составили

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов навыков и знаний для освоения и анализа существующих численных и оптимизационных алгоритмов и разработки собственных алгоритмов решения возникающих перед ними в различных отраслях науки и технологии задач.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

- 1) Ознакомление студентов с теорией и существующими алгоритмами решения вычислительных и оптимизационных задач.
- 2) Ознакомление студентов с существующими программными комплексами и библиотеками подпрограмм решения указанных задач.
- 3) Ознакомление студентов с современными направлениями развития задач оптимизации и вычислений.

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

<b>ОПК-3:Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности.</b>	
<b>ОПК-3.1:Знать: основные методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики, основные проблемы конкретной предметной области, требующие использования современных научных методов исследования; методы и средства теоретических научных исследований, позволяющие решать конкретные проблемы данной предметной области, методы построения математических моделей типовых профессиональных задач, способы нахождения решений математических моделей и содержательной интерпретации полученных результатов; методы математической обработки результатов решения профессиональных задач.</b>	
Уровень 1	этапы и методологию математического моделирования
<b>ОПК-3.2:Уметь: составлять математические модели типовых профессиональных задач, находить способы их решения и профессионально интерпретировать смысл полученного результата; применять методы различных математических дисциплин для составления математических моделей; решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам; анализировать и синтезировать находящуюся в распоряжении информацию и принимать на этой основе адекватные решения; ставить и решать прикладные исследовательские задачи; оценивать результаты исследований; формулировать результаты проведенного исследования в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области изучаемого явления.</b>	
Уровень 2	формулировать вычислительные и оптимизационные задачи для решения прикладных проблем науки и технологии

<b>ОПК-3.3: Владеть: методами построения математических моделей типовых профессиональных задач, способами нахождения решений математических моделей и содержательной интерпретации полученных результатов; методами математической обработки результатов решения профессиональных задач; пакетами прикладных программ.</b>	
Уровень 1	методами анализа применимости существующих вычислительных и оптимизационных алгоритмов для решения задач прикладной математики
<b>ОПК-2: Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач.</b>	
<b>ОПК-2.1: Знать: основные понятия, методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики, способы и методы проведения натурального эксперимента и его интерпретации, методы верификации математических моделей.</b>	
Уровень 1	проблемы и направления совершенствования современных вычислительных и оптимизационных алгоритмов
<b>ОПК-2.2: Уметь: применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно использовать математические модели в научных исследованиях, разрабатывать новые математические методы и алгоритмы интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели.</b>	
Уровень 1	анализировать робастность существующих и новых вычислительных и оптимизационных алгоритмов
<b>ОПК-2.3: Владеть: основными методами научных исследований, навыками проведения лабораторного эксперимента, статистической обработки экспериментальных данных, методами и алгоритмами интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели с помощью современных программных комплексов.</b>	
Уровень 1	навыками программирования вычислительных и оптимизационных алгоритмов
<b>ОПК-1: Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики.</b>	
<b>ОПК-1.1: Знать: методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики, информационные технологии и основы работы с ними.</b>	
Уровень 1	Классические и современные подходы к решению вычислительных и оптимизационных задач прикладной математики
<b>ОПК-1.2: Уметь: использовать методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики; использовать информационные технологии при решении задач фундаментальной и прикладной математики.</b>	
Уровень 1	решать актуальные вычислительные и оптимизационные задачи
<b>ОПК-1.3: Владеть: методами аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики, информационными технологиями и основами их использования.</b>	
Уровень 1	возможностями современных пакетов прикладных программ для решения вычислительных и оптимизационных задач прикладной математики

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Для освоения дисциплины необходимы базовые знания в области алгебры, анализа, дифференциальных уравнений, информатики и программирования. Для реализации изучаемых алгоритмов на практике потребуется освоение курса "Численная линейная алгебра". Дополнительные необходимые сведения в области функционального анализа и алгоритмов изучаются студентами в рамках курса.

Математическое моделирование (Mathematical Modeling)

Численная линейная алгебра (Numerical Linear Algebra)

Изучение данной дисциплины необходимо для освоения следующих дисциплин:

Математические модели в МСС

Алгоритмы компьютерной алгебры для дифференциальных уравнений

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (Final certification)

#### 1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Английский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		2
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6 (216)</b>	<b>6 (216)</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>3,5 (126)</b>	<b>3,5 (126)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<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	Interpolation and approximation	6	12	0	28	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
2	Solving differential equations	8	16	0	60	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
3	Optimisation techniques	4	8	0	38	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
Всего		18	36	0	126	

#### 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	- Various forms of interpolating polynomials;	2	0	0

2	1	- Polynomial approximation;	2	0	0
3	1	- Orthogonal polynomials;	1	0	0
4	1	- Special methods of approximation: spherical harmonics, continued fractions, multiple variables interpolation.	1	0	0
5	2	- Classical methods for ordinary differential equations;	2	0	0
6	2	- Implicit methods for ordinary differential equations;	2	0	0
7	2	- Boundary and inverse problems for ordinary differential equations;	1	0	0
8	2	- Classical methods for partial differential equations;	1	0	0
9	2	- Variational methods for partial differential equations: Bubnov-Galerkin, spectral methods, finite element methods;	1	0	0
10	2	- Inverse problems for partial differential equations;	1	0	0
11	3	- Classical optimisation techniques;	1	0	0
12	3	- Newtonian and quasi-newtonian optimisation techniques;	2	0	0
13	3	- Multi-objective optimisation;	1	0	0
Итого			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	- Various forms of interpolating polynomials;	4	0	0
2	1	- Polynomial approximation;	4	0	0
3	1	- Orthogonal polynomials;	2	0	0
4	1	- Special methods of approximation: spherical harmonics, continued fractions, multiple variables interpolation.	2	0	0
5	2	- Classical methods for ordinary differential equations;	4	0	0
6	2	- Implicit methods for ordinary differential equations;	4	0	0
7	2	- Boundary and inverse problems for ordinary differential equations;	2	0	0
8	2	- Classical methods for partial differential equations;	2	0	0
9	2	- Variational methods for partial differential equations: Bubnov-Galerkin, spectral methods, finite element methods;	2	0	0
10	2	- Inverse problems for partial differential equations;	2	0	0
11	3	- Classical optimisation techniques;	2	0	0
12	3	- Newtonian and quasi-newtonian optimisation techniques;	4	0	0
13	3	- Multi-objective optimisation;	2	0	0
Итого			26	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№	№	Наименование занятий	Объем в акад. часах
---	---	----------------------	---------------------

п/п	раздела дисциплины		Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

## 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	Baake E., Barglik J., Dolega D., Forzan M., Jakovics A., Lupi S., Nacke B., Pavlovs S., Pleshivtseva Yu.	Power supplies. Mathematical simulation and optimization. Intensive course basic II	St Petersburg, 2013
Л1.2	Rosenberg D. U. von	Methods for the numerical solution of partial differential equations	New York: American Elsevier Publishing Company, Inc., 1969
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Belov Y. Y.	Inverse Problems for Partial Differential Equations	Boston: VSP, 2002

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

В соответствии с учебным планом дисциплина «Численный анализ и оптимизация» изучается во 2-м семестре.

Самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала) контролируется в форме опросов на практических занятиях.

По окончании изучения дисциплины проводится экзамен в устной форме по билетам.

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

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

9.1.1	Среда разработки и компиляторы C/C++
9.1.2	Библиотека lapack
9.1.3	Система компьютерной алгебры (Mathematica, Maple, рекомендована Maxima)

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

9.2.1	Справочники по перечисленному программному обеспечению.
9.2.2	Электронные каталоги библиотек (СФУ, РГБ, РНБ).

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

Учебные аудитории для проведения лекционных занятий должны быть оборудованы техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации студентам (доска и проектор). Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий должны быть оснащены компьютерной техникой с необходимым программным обеспечением, а помещения для самостоятельной работы обучающихся – компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СФУ.