

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.05 Численный анализ и оптимизация

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

01.04.02.08 Анализ данных и математическое моделирование

Форма обучения

очная

Год набора

2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

должность, инициалы, фамилия

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ОПК-1: Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики.	
ОПК-1.1: Знать: методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики, информационные технологии и основы работы с ними.	основные оптимизационные и вычислительные задачи и применяемые для их решения вычислительные методы
ОПК-1.2: Уметь: использовать методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики для решения задач фундаментальной и прикладной математики; использовать информационные технологии при решении задач фундаментальной и прикладной математики.	решать актуальные вычислительные и оптимизационные задачи

<p>ОПК-1.3: Владеть: методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики, информационными технологиями и основами их использования.</p>	<p>современными вычислительными и оптимизационными методами</p>
<p>ОПК-2: Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач.</p>	
<p>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.</p>	<p>современные направления развития вычислительных и оптимизационных методов</p>
<p>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.</p>	<p>совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения вычислительных и оптимизационных задач</p>
<p>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.</p>	<p>методами анализа точности и устойчивости вычислительных и оптимизационных методов</p>
<p>ОПК-3: Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности.</p>	

ОПК-3.1: Знать: основные методы аналитического и	области применения вычислительных и оптимизационных методов в научных и инженерных
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.	задачах

<p>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</p>	<p>формулировать численные и оптимизационные задачи в области науки и техники, выбирать подходящие для них методы численной линейной алгебры</p>
<p>результаты проведенного исследования в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области изучаемого явления.</p>	
<p>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.</p>	<p>методами анализа применимости вычислительных и оптимизационных методов к задачам науки и технологии</p>

1.4 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)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	1,5 (54)	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	1 (36)	
Самостоятельная работа обучающихся:	3,5 (126)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п		Модули, темы (разделы) дисциплины		Контактная работа, ак. час.									
				Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.			
						Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы					
						Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС			Всего	В том числе в ЭИОС
1. Интерполяция и приближение функций													
		1. Основные задачи интерполяции и аппроксимации. Интерполяция Лагранжа.		2									
		2. Интерполяция по равномерной сетке. Интерполяция Эрмита.				2							
		3. Аппроксимация методом наименьших квадратов.		2									
		4. Ортогональные системы функций. Полиномы Лежандра.				2							
		5. Аппроксимация функций нескольких переменных. Аппроксимация на сфере.				2							
		6. Сплайны		2									
		7. Численное дифференцирование и интегрирование				1							
		8. Правило Рунге практической оценки погрешности. Адаптивные алгоритмы интегрирования.				1							

9. Самостоятельная работа по разделу "Интерполяция и приближение функций"								28	
2. Интегрирование дифференциальных уравнений									
1. Основные задачи интегрирования дифференциальных уравнений. Решение задачи Коши методом последовательных приближений.	2								
2. Методы Рунге-Кутты. Выбор шага для алгоритмов Рунге-Кутты.			2						
3. Методы Адамса. Метод предиктор-корректор. Методы Адамса с делением шага и с плавно меняющимся шагом.	2								
4. Решение задачи Коши для дифференциальных уравнений высших порядков и для систем дифференциальных уравнений.			2						
5. Решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы установления. Метод Бубнова-Галеркина.			4						
6. Некоторые сведения из функционального анализа в приложении к дифференциальным уравнениям в частных производных. Вариационная формулировка дифференциальных задач.	2								
7. Классификация и канонический вид дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных. Корректные и некорректные задачи.			2						
8. Основы метода сеток. Понятие аппроксимации, устойчивости и сходимости сеточного метода. Спектральный признак устойчивости.	2								

9. Построение разностных схем для краевых и смешанных задач с уравнениями в частных производных второго порядка.			1					
10. Построение разностных схем на неравномерной сетке.			1					
11. Метод конечных элементов. Алгоритмы триангуляции.			1					
12. Метод частиц. Метод частиц в сетке.			1					
13. Методы Монте-Карло			1					
14. Обратные задачи. Метод уравнений в вариациях.			2					
15. Обзор программного обеспечения для решения дифференциальных уравнений			2					
16. Самостоятельная работа по разделу "Интегрирование дифференциальных уравнений"							60	
3. Методы оптимизации								
1. Постановка задач линейного программирования. Симплекс-метод.	2							
2. Задачи о назначениях. Метод Гомори.			2					
3. Численные методы одномерной оптимизации. Метод деления пополам. Метод золотого сечения. Метод Фибоначчи. Метод аппроксимации кривыми.	2							
4. Методы безусловной локальной оптимизации. Метод Флетчера-Ривса. Метод Пауэла. Метод главных осей. Метод Хука-Дживса. Метод Левенберга-Марквардта. Метод Нельдера-Мида.			4					
5. Методы глобальной оптимизации. Метод имитации отжига. Метод дифференциальной эволюции.			1					

6. Методы многокритериальной оптимизации. Парето-оптимальное множество. Скаляризация.			1					
7. Методы условной оптимизации. Метод множителей Лагранжа. Метод Куна-Таккера. Метод штрафных функций.			1					
8. Самостоятельная работа по разделу "Методы оптимизации"							38	
Всего	18		36				126	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Зализняк В. Е. Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков: [учебное пособие](Москва: Эдиториал УРСС).
2. Колмогоров А. Н., Фомин С. В. Элементы теории функций и функционального анализа(Москва: Физматлит).
3. Бабенко К. И., Брюно А. Д. Основы численного анализа: монография (Москва: [R&C Dynamics] Регулярная и хаотическая динамика [РХД]).
4. Пантелеев А. В., Летова Т. А. Методы оптимизации в примерах и задачах: учебное пособие для технических вузов(Москва: Высшая школа).
5. Гавурин М. К., Малоземов В. Н. Экстремальные задачи с линейными ограничениями: учебное пособие(Ленинград: Ленинградский университет [ЛГУ]).
6. Банди Б., Волынский В. А. Методы оптимизации вводный курс: перевод с английского(Москва: Радио и связь).
7. Демидович Б. П., Марон И. А., Шувалова Э. З. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учеб. пособие(Москва: Наука).
8. Рубан А.И. Методы оптимизации: учебное пособие [для бакалавров и магистров напр. 220100 «Системный анализ и управление», 230100 «Информатика и вычислительная техника», 230400 «Информационные системы и технологии», 231000 «Программная инженерия»] (Красноярск: СФУ).
9. Распопов В. Е., Клунникова М. М. Численное решение задач для обыкновенных дифференциальных уравнений: учеб.-метод. пособие (Красноярск: СФУ).
10. Белов Ю. Я., Сорокин Р. В., Фроленков И. В. Аппроксимация и корректность краевых задач для дифференциальных уравнений: учебное пособие для студентов вузов по направлениям подготовки 010100 "Математика" и 010200 "Математика и компьютерные науки"(Красноярск: СФУ).
11. Зализняк В. Е. Основы вычислительной физики: Часть 2. Введение в методы частиц и метод Монте-Карло: в 2-х частях : учебное пособие для студентов вузов по направлению "Прикладная математика и физика", а также для студентов по смежным направлениям и специальностям в области естественных наук, техники и технологии, 02.06.2009 (Красноярск: СФУ).
12. Белов Ю. Я., Любанова А. Ш., Польшцева С. В., Сорокин Р. В., Фроленков И. В., Шипина Т. Н., Черепанова О. Н. Обратные задачи математической физики: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины (Красноярск: СФУ).
13. Измаилов А. Ф., Солодов М. В. Численные методы оптимизации: учеб. пособие для вузов(Москва: ФИЗМАТЛИТ).
14. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики:

- учебник для физико-математических специальностей университетов (Москва: Издательство МГУ).
15. Кини Р. Л., Райфа Х., Подиновский В. В., Гафт М. Г., Бабинцев В. С., Шахнов И. Ф., Поспелов Г. С. Принятие решений при многих критериях : предпочтения и замещения: монография(Москва: Радио и связь).
 16. Зенкевич О., Победря Б. Е. Метод конечных элементов в технике: монография(Москва: Мир).
 17. Гавурин М. К. Лекции по методам вычислений: учебное пособие для студентов математических специальностей университетов(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).
 18. Бахвалов Н. С., Лапин А. В., Чижонков Е. В. Численные методы в задачах и упражнениях: Рекомендовано УМО по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям высшего профессионального образования 010101 "Математика" и 010901 "Механика"(Москва: БИНОМ).
 19. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы: Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов физико-математических специальностей высших учебных заведений(Москва: БИНОМ).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Среда разработки и компиляторы C/C++
2. Библиотека lapack
3. Система компьютерной алгебры (Mathematica, Maple, рекомендована Maxima)

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Справочники по перечисленному программному обеспечению.
2. Электронные каталоги библиотек (СФУ, РГБ, РНБ).

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 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.