

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Л. В. Гензе

Рабочая программа дисциплины

Математическое моделирование на графах

по направлению подготовки / специальности

02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:
Вычислительная математика и компьютерное моделирование

Форма обучения

Очная

Квалификация

**Математик. Преподаватель / Математик. Вычислитель /
Исследователь в области математики и компьютерных наук**

Год приема

2024, 2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Л.В. Гензе

Председатель УМК

Е.А. Тарасов

Томск – 2024

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен разрабатывать, анализировать и внедрять математические модели в современной науке и технике, экономике и управлении.

ОПК-3 Способен разрабатывать и реализовывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-2.1 Умеет обоснованно выбрать тип математической модели для формализации решаемой задачи

РООПК-2.2 Применяет стандартные и типовые действия при построении математической модели определенного типа

РООПК-2.3 Применяет подходы визуализации и представления результатов математического моделирования для апробации и демонстрации в виде отчетов, презентаций и научных текстов

РООПК-3.1 Владеет теоретическими основами программирования и алгоритмизации

РООПК-3.2 Способен реализовывать алгоритмы на языках программирования высокого уровня

РООПК-3.3 Способен разрабатывать программные алгоритмы при решении задач методами математики и механики

2. Задачи освоения дисциплины

–Освоить следующие разделы теории графов: основные понятия графов, плоские и планарные графы, матрицы графов, характеристические числа графов, применение графов в задачах логистики, параллельные алгоритмы на графах.

– Научиться применять понятийный аппарат теории графов для решения практических задач в профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Пятый семестр, зачет с оценкой

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Математический анализ, Алгебра, Аналитическая геометрия, Функциональный анализ, Компьютерные науки.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Математическое моделирование.

Основные понятия. Моделирование. Исторический аспект. Модели и моделирование. Натурное и аналоговое моделирование. Математическое моделирование. Модель-алгоритм-программа. Основные этапы ММ. Способы создания математических моделей: фундаментальные законы, вариационные принципы, применение аналогий, иерархический подход.

Тема 2. Основные понятия теории графов.

Обзор истории развития теории графов. Ее место и его роль в процессе познания.

Граф и его дополнение. Маршрут в графе, цикл, связность. Компоненты связности графа. Изоморфизм графов. Двудольные графы и их свойства.

Ориентированные графы. Деревья и их свойства. Ациклические графы.

Тема 3. Плоские и планарные графы.

Свойства плоского графа. Эйлеровы графы. Гамильтоновы графы.

Гиперкуб и его свойства. Графы сеточных функций.

Тема 4. Матрицы графов.

Матрица смежности, достижимости, инцидентности и минимальных расстояний. Теорема о степенях матрицы смежности. Матрица Кирхгофа и точки Штейнера. Алгоритм Прима и Краскала. Алгоритм Дейкстры. Алгоритм Флойда и его модификации.

Тема 5. Характеристические числа графов.

Цикломатическое число. Хроматическое число. Гипотеза четырех красок.

Хроматический многочлен. Число внутренней и внешней устойчивости графа

Алгоритм поиска наименьшего внешне устойчивого множества. Спектры графов.

Фуллерены и нанотрубки. Триангуляция Делоне и построение диаграммы Вороного. Разделение графа на домены.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных тестов по лекционному материалу и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в пятом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и задачу. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень билетов для зачета

Билет №1

1. Изоморфизм графов.
2. Свойства гиперкуба G_2 .
3. Можно ли из полного графа с одиннадцатью вершинами удалить часть рёбер так, чтобы степень каждой вершины была равна семи?

Билет №2

1. Теорема Эйлера.
2. Алгоритм Прима и Краскала.
3. При каких условиях в задаче Торричелли – Ферма точка Р находится внутри треугольника.

Билет №3

1. Гамильтонов граф и критерии его существования.
2. Матрица расстояний. Диаметр, радиус и центр графа.
3. Записать матрицы смежности для графов C_3 , K_3 , $K_{3,3}$.

Билет №4

1. Эйлеровы графы и их свойства.
2. Найти число вершинного и реберного покрытия графа K_4 и его хроматический индекс.
3. Критерий Понтрягина-Куратовского

Билет №5

1. Цикломатическое число и вектор - цикл графа.
2. Гиперкуб G_3 .
3. Критический путь в задачах СПУ.

Результаты зачета определяются в соответствии с таблицей

Оценка результатов контроля	Критерии соответствия
(зачет)	Даны правильные и развернутые ответы на все вопросы. Студент выполнил все задания для СРС.
(незачет)	Дан неправильный ответ на все вопросы билета. Студент очень плохо владеет основными понятиями теории графов. Допущены существенные терминологические и фактические ошибки. Студент не выполнил все задания для СРС.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «IDo» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=9065>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Студенты обязаны соблюдать дисциплину, вовремя приходить на занятия, в установленные сроки осуществлять выполнение практических заданий, активно работать на занятиях. Допуск к зачету осуществляется на основании выполнении всех практических заданий и сдачи собеседования по ним. Важное место в освоении дисциплины занимает самостоятельная работа студентов, включающая в себя работу с информационными источниками, поиск, анализ и синтез информации, использование и развитие навыков построения математических моделей и решения задач.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Оре О. Графы и их применение. М., 2008.-171 с.
2. Харари Ф. Теория графов. М.: 2009. –300 с.
3. Берцун В. Н. Математическое моделирование на графах. Ч.2: Томск: Изд. – во

- Томского университета, 2013. ч. II. – 86 с.
4. Воеводин В. В. Вычислительная математика и структура алгоритмов. – М: МГУ, 2010. — 168с.
 5. Асанов М. О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы : учебное пособие / М. О. Асанов, В. А. Баранский, В. В. Расин.—изд. 2-е, испр. и доп. — СПб. [и др.] : Лань, 2010. — 362 с.
 6. Кузнецов О. П. Дискретная математика для инженера / О. П. Кузнецов. – Изд. 6-е, стер. – СПб. [и др.] : Лань, 2014. – 394 с.
 7. Микони С. В. Дискретная математика для бакалавра: множества, отношения, функции, графы : [учебное пособие] / С. В. Микони. — СПб. [и др.] : Лань, 2012. — 186 с.
 8. Шевелев Ю.П. Дискретная математика : учебное пособие / Ю. П. Шевелев. — СПб. : Лань, 2016. — 592с.

б) дополнительная литература:

9. Берцун В. Н. Математическое моделирование на графах. –Томск: Изд. – во Томского университета, 2006. ч. I. 88с.
10. Елецкий А. В., Смирнов Б. М. Фуллерены и структуры углерода. УФН. 1995. Т. 165, № 9. С. 977-1009.
11. Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах. М.: Мир, 1981. 323 с.
12. Якововский М. В. Обработка сеточных данных на распределенных вычислительных системах. Вопросы атомной науки и техники. Сер. Математическое моделирование физических процессов. 2004. Вып. 2. С. 40-53.
13. Макконнелл Дж. Анализ алгоритмов. Активный обучающий подход. М., Техносфера, 2009. – 415с.
14. Старченко А. В., Берцун В. Н. Методы параллельных вычислений. Томск: Изд-во Том.ун-та, 2013. 223с.
15. Скиена С. Алгоритмы. Руководство по разработке. СПб.: БХВ - Петербург, 2011.– 720 с.
16. Обработка больших объемов графовых данных: путеводитель по современным технологиям.
17. Тынкевич М. А. и др. Введение в дискретную математику. КузГТУ.- Кемерово. 2016.-106с

в) ресурсы сети Интернет:

- <http://parallel.ru/>
- <http://top500.org>
- <http://matlab.exponenta.ru/wavelet/>
- ЭБС Лань <http://e.lanbook.com/books>
 - видеокурс "Практикум по теории графов"
Ссылка на курс: <http://www.intuit.ru/studies/courses/3466/708/info>
 - *Практикум по решению задач по теории графов и связанным с ними алгоритмам.*
 - Ссылка на курс:
<http://www.intuit.ru/studies/courses/3466/708/info>

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Старченко Александр Васильевич, д.ф.-м.н., профессор, ТГУ, зав. Каф.