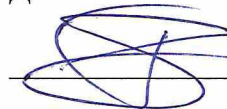


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан



Л. В. Гензе

« 30 » 06 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

Математическое моделирование на графах

по направлению подготовки

02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки :

Основы научно-исследовательской деятельности в области математики и компьютерных наук

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2022, 2023

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.3.01

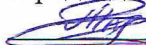
СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП



Л. В. Гензе

Председатель УМК



Е. А. Тарасов

Томск – 2022

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен находить или создавать, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике современный математический аппарат, математические модели и алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем в научно-исследовательской и (или) опытно-конструкторской деятельности в различных областях техники, естествознания, экономики и управления.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 2.1 Использует методы построения и анализа математических моделей в задачах естествознания, технике, экономике и управлении.

ИОПК 2.2 Демонстрирует умение применять на практике математические модели и компьютерные технологии (в том числе с применением многопроцессорных систем) для решения различных задач в области профессиональной деятельности.

ИОПК 2.3 Участвует в разработке математических моделей для решения задач естествознания, техники, экономики и управления под руководством более квалифицированного работника.

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.

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ИОПК 2.1 Использует методы построения и анализа математических моделей в задачах естествознания, технике, экономике и управлении.	Знать: -основные понятия графов и их свойства. Уметь: -использовать математический аппарат графов для корректной постановки и решения задач теории графов; - анализировать результаты вычислительных экспериментов и представлять их в виде презентации и отчета. Владеть: --навыками поиска и анализа научной литературы по сплайнам в библиотечном фонде и сети Интернет.

<p>ИОПК 2.2 Демонстрирует умение применять на практике математические модели и компьютерные технологии (в том числе с применением многопроцессорных систем) для решения различных задач в области профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать: –стандартные постановки задач теории графов, -основные требования информационной безопасности при работе с компьютером.</p> <p>Уметь: -грамотно пользоваться языком предметной области, -решать типовые задачи для графовых систем.</p> <p>Владеть: –методами оценивания вычислительной сложности алгоритмов; –навыками разработки алгоритмов и их обоснования, -навыками математического моделирования графовых задач на компьютерах;</p>
<p>ИОПК 2.3 Участвует в разработке математических моделей для решения задач естествознания, техники, экономики и управления под руководством более квалифицированного работника.</p>	<p>Знать: -теоретические основы расчета сетевых систем</p> <p>Уметь: -обобщать математический аппарат графов для задач техники и естествознания.</p> <p>Владеть: -навыками решения конкретных задач математического моделирования графовых задач на компьютерах;</p>

–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 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Пятый семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

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 2 з.е., 72 часов, из которых:

-лекции: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. 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 2. Плоские и планарные графы.

Свойства плоского графа. Эйлеровы графы. Гамильтоновы графы.

Гиперкуб и его свойства. Графы сеточных функций.

Тема 3. 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 4. 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.

Тема 5. Математические модели логистики.

История развития логистики. Основные понятия Сетевого Планирования и Управления (СПУ): работа, событие, путь, сетевой график, критический путь.

Транспортная задача о максимальном потоке. Теорема Форда-Фалкерсона. Целевая функция (пример). Задача о потоке минимальной стоимости. Транспортная задача с правильным балансом (целевая функция, матрица стоимостей и матрица перевозок).

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.

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 Г2.
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 Г3.
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.

11. Учебно-методическое обеспечение

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

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

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

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.П. –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.І. 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. 223.с.
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.

ПРИЛОЖЕНИЕ (обеспечение комп. классов)
314 ауд.

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.

Интерактивный набор (доска InterWrite, экран, 2 проектора EPSON)

16 Компьютеров

Свободное и лицензионное программное обеспечение:• операционные системы: Microsoft Windows 10.

- офисные и издательские пакеты: Microsoft Office 2013, MikTeX+ TeXstudio, Libre Office.

- средства разработки приложений и СУБД: Microsoft Visual Studio 2015, Delphi 2006 (для работы с

базами данных - Borland Database Engine, Database Desktop), Lazarus, PascalABC.NET, Intel Fortran

Compiler 2015 (Parallel Studio), CUDA Toolkit 10.2, IDE CodeBlocks, MinGW compilers (C, C++,

Fortran), Qtcreator, cmake, python3 (anakonda3), Visual Studio Code, R-lang, node.js, Pycharm, free

pascal.

- математические пакеты: PTC Mathcad 15, Mathematica 8, Maple 15, Matlab R2015.
- пакеты математической и графической обработки данных: Golden Software Grapher, Golden Software Surfer.
- пакеты для решения задач вычислительной гидродинамики: Ansys 17.2, Fluent 6.3 + Gambit.
- Утилиты для получения удаленного доступа Winscp, Putty, Xming.
- утилиты 7zip, Adobe Acrobat Reader, DjVu Reader, Far manager, Mozilla Firefox, Notepad++.

316 ауд.

Интерактивный набор (доска InterWrite, экран, 2 проектора EPSON)

16 Компьютеров

Свободное и лицензионное программное обеспечение:

- операционные системы: Microsoft Windows 7
- офисные и издательские пакеты: Microsoft Office 2013, MikTeX 2.9+Texmaker+TeXstudio, Libre Office.
- средства разработки приложений и СУБД: Microsoft Visual Studio 2015, Delphi 2006 (для работы с базами данных - Borland Database Engine, Database Desktop), Lazarus, PascalABC.NET, Intel Fortran Compiler 2015, CUDA Toolkit 9.2, IDE CodeBlocks, MinGW compilers (C, C++, Fortran), PGI fortran.
- математические пакеты: PTC Mathcad 15, Maple 15, Matlab R2015; Statistica 10, Mathematica 8
- пакеты математической и графической обработки данных: Golden Software Grapher, Golden Software Surfer.
- пакеты для решения задач вычислительной гидродинамики: Ansys 17.2, Fluent 6.3 + Gambit.
- Утилиты для получения удаленного доступа Winscp, Putty, Xming.
- утилиты 7zip, Adobe Acrobat Reader, DjVu Reader, Far manager, Mozilla Firefox, Notepad++.

Office.

- средства разработки приложений и СУБД: Microsoft Visual Studio 2015, Delphi 2006 (для работы с базами данных - Borland Database Engine, Database Desktop), Lazarus, PascalABC.NET, Intel Fortran Compiler 2015, CUDA Toolkit 9.2, IDE CodeBlocks, MinGW compilers (C, C++, Fortran), PGI fortran.
- математические пакеты: PTC Mathcad 15, Maple 15, Matlab R2015; Statistica 10, Mathematica 8
- пакеты математической и графической обработки данных: Golden Software Grapher, Golden Software Surfer.
- пакеты для решения задач вычислительной гидродинамики: Ansys 17.2, Fluent 6.3 + Gambit.
- Утилиты для получения удаленного доступа Winscp, Putty, Xming.
- утилиты 7zip, Adobe Acrobat Reader, DjVu Reader, Far manager, Mozilla Firefox, Notepad++.

319 ауд.

Интерактивный набор (доска Smart с проектором, экран и проектор EPSON)

13 Компьютеров

Свободное и лицензионное программное обеспечение:

- операционные системы: Microsoft Windows 7
- офисные и издательские пакеты: Microsoft Office 2013, MikTeX 2.9;
- средства разработки приложений и СУБД: Microsoft Visual Studio 2015, Delphi 2006 (для работы с базами данных - Borland Database Engine, Database Desktop), Lazarus, PascalABC.NET, Intel Fortran Compiler 2015, CUDA Toolkit 9.2, IDE CodeBlocks, MinGW compilers (C, C++, Fortran), python3 (anakonda3).
- математические пакеты: PTC Mathcad 15, Maple 15, Matlab R2015.
- пакеты математической и графической обработки данных: Golden Software Grapher, Golden Software Surfer.

- математические пакеты: PTC Mathcad 15, Maple 15, Matlab R2015.
- пакеты математической и графической обработки данных: Golden Software Grapher, Golden Software Surfer.

- пакеты для решения задач вычислительной гидродинамики: Ansys 17.2, Fluent 6.3 + Gambit.

15. Информация о разработчиках

Берцун Владимир Николаевич, к. ф.-м.н., доцент, ТГУ, доцент.