

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

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:
Директор



А. В. Замятин

« 15 » июля 20 23 г.

Рабочая программа дисциплины

Математические методы и модели для компьютерных наук

по направлению подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки :

Интеллектуальный анализ больших данных

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2023

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.02.05

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

А.В. Замятин

Председатель УМК

С.П. Сущенко

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 – способность разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-3.3 Разрабатывает и анализирует новые математические модели для решения прикладных задач профессиональной деятельности в области прикладной математики и информатики.

ИОПК-3.2 Анализирует математические модели для решения прикладных задач профессиональной деятельности.

ИОПК-3.1 Разрабатывает математические модели в области прикладной математики и информатики.

2. Задачи освоения дисциплины

– Получить знания о математических моделях, наиболее широко используемых в информатике, научить использовать данные модели для решения задач из предметной области, разрабатывать модели и анализировать их.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы. Дисциплина входит в модуль «Общепрофессиональные дисциплины».

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

Третий семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для освоения дисциплины необходима общая математическая подготовка, базовое знание линейной алгебры, математического анализа и теории вероятностей.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 16 ч.

-лабораторные: 16 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Раздел 1. Фундаментальные концепции математики

1.1. Определения и доказательства

1.2. Множества, функции и отношения

Раздел 2. Дискретные структуры

2.1. Модулярная арифметика

2.2. Графы

2.3. Формальные грамматики и синтаксические анализаторы

2.4. Комбинаторика и анализ сложности алгоритмов

Раздел 3. Теория вероятностей для дискретного случая

3.1. Случайное блуждание для дискретного случая

3.2. Случайные графы

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем проведения опросов, контроля подготовки докладов и сообщений, написания программ на лабораторных занятиях и подготовки проектов.

Темы докладов.

1. Задачи поиска путей в графе и их практическое применение.
2. Эйлеровы графы и задача почтальона.
3. Гамильтоновы графы и задача коммивояжера.
4. Задача о раскраске, ее применение в теории расписаний, компиляции и т.д..
5. Задача о кратчайшем остове, ее применение в практических задачах..
6. Конечный автомат как модель программы.
7. Магазинный автомат и его использование в синтаксическом анализе..
8. Случайные графы как модели социальных сетей и сети интернет.

Задания на программирование.

1. Разработка программ для типовых задач теории графов (поиск путей, задача почтальона, задача коммивояжера, задача о раскраске, поиск потока в сети).
2. Разработка синтаксического анализатора для типовых конструкций языка программирования (арифметические выражения, условный оператор, цикл).
3. Разработка программ различной вычислительной сложности и их сравнение (умножение матриц, обращение матрицы, решение систем линейных уравнений).
4. Разработка программы генерации случайного графа и анализа его характеристик.
5. Разработка программы моделирования случайного блуждания и анализа его характеристик.

Задания для проектной работы.

Дана схематичная карта города Z. Он состоит из 25 районов, связанных между собой сетью дорог, как с двусторонним, так и с односторонним движением. Таким образом, карта представляет собой граф, содержащий как ориентированные, так и неориентированные ребра, т.е. смешанный граф, вершинам которого соответствуют районы, а ребрам – дороги. Для каждой дороги известно время проезда по ней, это число, проставленное рядом с ребром графа. Кроме того, для каждого района известна его важность, которая пропорциональна среднему числу вызовов туда аварийных служб, это число, проставленное в вершине графа.

1. Рассмотрим задачу оптимального размещения пунктов обслуживания (пожарных депо, станций скорой помощи, и т.д.). Они должны быть расположены так, чтобы самого отдаленного района можно было достичь в кратчайший срок. Пунктов обслуживания может быть несколько, при этом аварийная служба выезжает на вызов из того пункта, расстояние от которого до места происшествия минимально. Пункты необходимо расположить так, чтобы минимизировать общее время проезда аварийных служб до места вызова. На языке теории графов данная задача называется «задача оптимального размещения кратных центров».
2. Рассмотрим задачу построения оптимального маршрута для машины полиции. Маршрут должен включать каждую дорогу не менее одного раза, и каждый район не менее k раз. Общая длина маршрута должна быть минимальна. На языке теории

графов это задача почтальона с дополнительными условиями.
Требуется разработать алгоритм решения задачи, оценить его качество и вычислительную сложность, реализовать в виде программы.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в третьем семестре проводится в письменной форме по билетам.

Вопросы к экзамену.

9. Принцип доказательства «от противного».
10. Доказательство по принципу вполне упорядоченности.
11. Доказательства по методу математической индукции.
12. Мощности конечных и бесконечных множеств.
13. Наивная и аксиоматическая теория множеств.
14. Отношения эквивалентности и порядка.
15. Инъективные, сюръективные и биективные функции.
16. Графы и способы их задания.
17. Задачи поиска путей.
18. Эйлеровы графы и задача почтальона.
19. Гамильтоновы графы и задача коммивояжера.
20. Задача поиска потока в сети.
21. Задача о раскраске.
22. Задача о кратчайшем остове.
23. Деревья и их свойства.
24. Классификация формальных грамматик.
25. Конечный автомат.
26. Магазинный автомат.
27. Машина Тьюринга.
28. Нормальный алгоритм Маркова.
29. Наибольший общий делитель.
30. Фундаментальная теорема арифметики.
31. Модулярная арифметика.
32. Сочетания, размещения и перестановки.
33. Оценка вычислительной сложности алгоритмов, O-нотация.
34. Основная теорема о рекуррентных соотношениях.
35. Случайное блуждание.
36. Случайное блуждание в графе.
37. Модели случайных графов.
38. Характеристики случайных графов.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle»
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

- а) основная литература:
 - Eric Lehman, F. Thomson Leighton, Albert R. Meyer. Mathematics for Computer Science. – MIT OpenCourseWare, 2015. – 910 с.
 - Ахо А. В., Хопкрофт Дж, Ульман Дж. Структуры данных и алгоритмы. – М:Вильямс, 2010. – 384 с.

- Хопкрофт Д., Мотвани Р., Ульман Д. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. – М:Вильямс, 2008. – 527 с.
- Грэхем Р., Кнут Д., Паташник О. Конкретная математика. Математические основы информатики. – М:Вильямс, 2009. – 784 с.

б) дополнительная литература:

- Хаггарти Р. Дискретная математика для программистов. – М:Техносфера, 2003. – 320 с.
- Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов. – СПб., Питер, 2001. – 384 с.
- Райгородский А.М. Вероятность и алгебра в комбинаторике. – М.: МЦНМО, 2008. – 48 с.
- Райгородский А.М. Модели случайных графов. – М.: МЦНМО, 2011. – 136 с.

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
– MS Windows; MS Office, Visual Studio.

б) информационные справочные системы:

- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ [Электронный ресурс] / Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ : [сайт]. – [Томск, 2011–2016]. – URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>.
- MITOPENCOURSEWARE. Mathematics for Computer Science. <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-042j-mathematics-for-computer-science-spring-2015/readings/>

14. Материально-техническое обеспечение

Для реализации дисциплины необходимы лекционные аудитории и аудитории для проведения лабораторных занятий (компьютерные классы). Специальные технические средства (проектор, компьютер и т.д.) требуются для демонстрации материала в рамках изучаемых разделов, проведения защиты проектов в конце семестра. Вся основная и дополнительная литература, необходимая для самостоятельной работы и подготовки к экзамену, имеется в научной библиотеке ТГУ.

15. Информация о разработчиках

Буркатовская Юлия Борисовна, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры системного анализа и математического моделирования.