


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет информационных технологий

Кафедра «Высшая математика»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
информационных технологий
 И.А.Рычка
« ___ » _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория графов»

Направление подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах»
(уровень бакалавриата)

профиль:
«Управление и информатика в технических системах»

Петропавловск-Камчатский
2020

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО направления 27.03.04 «Управление в технических системах» и учебного плана ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

доцент кафедры высшей математики  Горюшкин А.П.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Высшей математики»
Протокол № 8 от 17.04.2020 года.

И.о. заведующего кафедрой ВМ  Р.И. Паровик
« 17 » 04 2020 г.

1 Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения дисциплины "Теория графов" является изучение классической теории графов, а также применение методов теории графов в прикладных задачах. Курс носит теоретический и практический характер.

Основные задачи курса "Теория графов":

- сформировать у студентов представление о роли, которую играет теория графов в современной математике и информатике;
- сформировать представление об основных понятиях теории графов;
- привить студентам навыки работы с графами, математическую строгость мышления, совершенно необходимую для исследовательской работы в области математики и других точных и естественных наук;
- сформировать круг задач, решаемых с помощью теории графов, и методы, применяемых для их решения;
- подготовить студентов к изучению дисциплин, опирающихся на различные разделы теории графов;
- привить студентам умение самостоятельно изучать учебную и научную литературу в области математики;
- развить у студентов логическое и алгоритмическое мышление, общую математическую культуру, индивидуальные интеллектуальные способности и познавательные возможности;
- воспитание у студентов чувства личной ответственности за свои поступки и деятельность.

2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 – способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики

ОПК-2 – способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать их для решения соответствующей физико-математический аппарат

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице.

Таблица – Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код компетенции | Планируемые результаты освоения образовательной программы | Планируемый результат обучения по дисциплине | Код показателя освоения |
|-----------------|--|---|-------------------------|
| ОПК-1 | Способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики | Знать: основные методы современной теории графов и возможности их применения для анализа работы сложных автоматизированных систем | З(ОПК-1)1 |
| | | Уметь: анализировать с позиций | У(ОПК-1)1 |

| Код компетенции | Планируемые результаты освоения образовательной программы | Планируемый результат обучения по дисциплине | Код показателя освоения |
|-----------------|--|---|-------------------------|
| | | теории графов основные процессы, лежащие в основе современных автоматизированных систем управления | |
| | | Владеть: основные фактами, понятиями, определениями и теоремами, лежащими в основе современной теории графов | В(ОПК-1)1 |
| ОПК-2 | Способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать их для решения соответствующей физико-математический аппарат | Знать: основные методы современной теории графов и возможности их применения для анализа работы сложных автоматизированных систем | З(ОПК-2)1 |
| | | Уметь: анализировать с позиций теории графов основные процессы, лежащие в основе современных автоматизированных систем управления | У(ОПК-2)1 |
| | | Владеть: основные фактами, понятиями, определениями и теоремами, лежащими в основе современной теории графов | В(ОПК-2)1 |

3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

В системе вузовской подготовки дисциплина «Теория графов» включает некоторые ранее изученные разделы следующих дисциплин: «Методы оптимизации», «Математическая логика и теория алгоритмов», «Дискретная математика».

Теоретические знания и практические навыки, сформированные у студентов в процессе изучения дисциплины «Теория графов», являются вспомогательными при изучении «Математические основы искусственного интеллекта», «Вычислительная математика», «Исследование операций», «Методы вычислений», «Нечёткая логика».

4 Содержание дисциплины

4.1 Тематический план дисциплины

| Наименование разделов и тем | Всего часов | Аудиторные занятия | Контактная работа по видам учебных занятий | | | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля | Итоговый контроль знаний по дисциплине |
|--|-------------|--------------------|--|---------------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|--|
| | | | Лекции | Семинары (практические занятия) | Лабораторные работы | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Тема 1. "Вводная лекция. Основные понятия теории графов " | 17 | 8 | 4 | 4 | | 9 | опрос, решение задач | |
| Тема 2. "Способы задания графов. Операции над графами." | 17 | 8 | 4 | 4 | | 9 | опрос, решение задач | |
| Тема 3. "Пути и цепи в графах. Элементы цикломатики " | 17 | 8 | 4 | 4 | | 9 | опрос, решение задач | |
| Тема 4. "Деревья и сети " | 17 | 8 | 4 | 4 | | 9 | опрос, решение задач | |
| Тема 5. "Планарные графы. Раскраска графов." | 19 | 9 | 4 | 5 | | 10 | опрос, решение задач | |
| Тема 6. "Правильные многогранники. Графы и группы." | 19 | 9 | 4 | 5 | | 10 | опрос, решение задач | |
| Тема 7. "Топологическая сортировка вершин сети." | 19 | 9 | 5 | 4 | | 10 | опрос, решение задач | |
| Тема 8. "Задачи нахождения кратчайшего пути и максимального потока." | 19 | 9 | 5 | 4 | | 10 | опрос, решение задач | |
| Экзамен | 36 | | | | | | | 36 |
| Всего | 180 | 68 | 34 | 34 | | 76 | | |

4.2 Тематический план дисциплины для заочной формы обучения

| Наименование разделов и тем | Всего часов | Аудиторные занятия | Контактная работа по видам учебных занятий | | | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля | Итоговый контроль по дисциплине |
|--|-------------|--------------------|--|---------------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| | | | Лекции | Семинары (практические занятия) | Лабораторные работы | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Тема 1. "Вводная лекция. Основные понятия теории графов " | 21 | 2 | 1 | 1 | | 19 | опрос, решение задач | |
| Тема 2. "Способы задания графов. Операции над графами." | 21 | 2 | 1 | 1 | | 19 | опрос, решение задач | |
| Тема 3. "Пути и цепи в графах. Элементы цикломатики " | 21 | 2 | 1 | 1 | | 19 | опрос, решение задач | |
| Тема 4. "Деревья и сети " | 21 | 2 | 1 | 1 | | 19 | опрос, решение задач | |
| Тема 5. "Планарные графы. Раскраска графов." | 21 | 2 | 1 | 1 | | 19 | опрос, решение задач | |
| Тема 6. "Правильные многогранники. Графы и группы." | 22 | 2 | 1 | 1 | | 20 | опрос, решение задач | |
| Тема 7. "Топологическая сортировка вершин сети." | 22 | 2 | 1 | 1 | | 20 | опрос, решение задач | |
| Тема 8. "Задачи нахождения кратчайшего пути и максимального потока." | 22 | 2 | 1 | 1 | | 20 | опрос, решение задач | |
| Экзамен | 9 | | | | | | | 9 |
| Всего | 180 | 16 | 8 | 8 | | 155 | | 9 |

4.3 Содержание дисциплины

Тема 1. "Вводная лекция. Основные понятия теории графов "

Лекция

Роль и место теории графов в математической науке. Бинарные отношения и графы. Изоморфизм. Неориентированные и ориентированные графы, вершины, ребра, дуги, степени

вершин и кратность ребер, полустепени захода и исхода дуги.

Основные понятия темы: граф, бинарное отношение

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Задания:

- Бинарные отношения и их свойства
- Операции над бинарными отношениями
- Графическое представление бинарных отношений
- Задание бинарных отношений булевой матрицей
- Определение свойств бинарных отношений по булевой матрице
- Определение степеней и кратности вершин и ребер неориентированного графа
- Определение полустепеней захода и исхода дуг орграфа

Тема 2. "Способы задания графов. Операции над графами."

Лекция

Графическая реализация, список ребер и вершин, матрицы инцидентности, смежности, достижимости. Стягивание, разбиение, дополнение, объединение, пересечение и кольцевая сумма графов

Основные понятия темы: матрица инцидентности

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Задания:

Графическая реализация графов

- Определение изоморфизма и гомеоморфизма графов по графической реализации
- Задание графов списком ребер и вершин
- Задание графов матрицами инцидентности, смежности и достижимости
- Стягивание, разбиение, дополнение, графов
- Построение объединения, пересечения и кольцевой суммы графов

Тема 3. "Пути и цепи в графах. Элементы цикломатики "

Лекция

Циклы и контуры. Связность, компоненты связности. Мост. Эйлеровы пути и циклы. Уникурсарные графы. Гамильтоновы пути и циклы. Цикломатическое число графа

Основные понятия темы: уникурсарный граф, гамильтонов путь

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Задания:

- Определение числа компонент связности графа
- Нахождение Эйлеровых путей и циклов в графе

– Практическое занятие 1.6. Пути и цепи в графах. Элементы цикломатики
Форма занятия: решение типовых задач.

- Задания:
- Нахождение Гамильтоновых путей и циклов в графе
- Определени цикломатического числа графа
- Построение базиса циклов

Тема 4. "Деревья и сети"

Лекция

Свойства деревьев. Бинарные деревья. Кодировка деревьев. Понятие остовного дерева. Взвешенные графы. Пропускная способность ребра, источники и стоки.

Основные понятия темы: деревья, взвешенный граф

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Задания:

- Задание булевых функций бинарными деревьями
- Кодирование деревьев

Тема 5. "Планарные графы. Раскраска графов."

Лекция

Планарные графы. Плоские карты. Формула Эйлера. Теорема Понтрягина-Куратовского. Двудольные графы. Раскраска графа. Хроматическое число. Бихроматические графы. Теорема Кенига. Проблема четырех красок

Основные понятия темы: планарный граф

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Задания:

- Проверка планарности графов с помощью теоремы Понтрягина-Куратовского
- Триангулирование графов
- Составление формулы Эйлера для произвольных графов
- Нахождение хроматического числа планарных графов

Тема 6. "Правильные многогранники. Графы и группы."

Лекция

Правильные многогранники. Виды правильных многогранников и их числовые характеристики. Однородные графы. Точная верхняя и точная нижняя грань множества. Граф решетки подгрупп группы.

Основные понятия темы: правильный многогранник, однородный граф

Практическое занятие

Форма занятия: семинар

Рассматриваемые вопросы:

- Составление планарных графов правильных многогранников
- Изучение свойств однородных графов
- Нахождение графа решетки подгрупп группы

Тема 7. "Топологическая сортировка вершин сети."

Лекция

Методы систематического обхода вершин графа: поиск в глубину и ширину. Проблема топологической сортировки вершин сети. Алгоритм Демукрона. Построение минимального остовного дерева. Алгоритм Краскала.

Основные понятия темы: поиск в глубину и в ширину

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач

Задания:

- Систематический обход вершин графа. Поиск в глубину
- Систематический обход вершин графа. Поиск в ширину
- Топологическая сортировка вершин сети

Тема 8. "Задачи нахождения кратчайшего пути и максимального потока."

Лекция

Кратчайшие пути в графах. Алгоритм Дейкстры. Задача о максимальном потоке и о минимальном разрезе в сети. Максимальный поток в транспортной сети. Алгоритм Форда-Фалкерсона.

Основные понятия темы: алгоритм Дейкстры

Практическое занятие

Форма занятия: миниконференция

Примерные темы докладов:

- Типы графов.
- Деревья.
- Связность. Теорема Менгера.
- Эйлеровы графы.
- Гамильтоновы графы.
- Раскраска.
- Гиперграфы.

СРС

Изучение учебной литературы [1], [2], [3], [4]

Решение задач по темам

Подготовка к модульному контролю

5 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся

В целом внеаудиторная самостоятельная работа студента при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- выполнение домашних заданий в форме творческих заданий, кейс-стадии, докладов;
- подготовка презентаций для иллюстрации докладов;
- выполнение контрольной работы, если предусмотрена учебным планом дисциплины;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине (экзамен).

Основная доля самостоятельной работы студентов приходится на проработку рекомендованной литературы с целью освоения теоретического курса, подготовку к практическим (семинарским) занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к семинарским занятиям предполагает умение работать с первичной информацией.

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Теория графов» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образования
- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

6.2 Перечень вопросов к промежуточной аттестации.

1. Неориентированный граф. Основные понятия
2. Ориентированный граф. Основные понятия
3. Способы задания графов.
4. Изоморфизм и гомеоморфизм графов
5. Операции над графами
6. Связность. Циклы и контуры в графах. Цикломатическое число
7. Эйлеровы пути и циклы. Эйлеров граф
8. Гамильтоновы пути и циклы. Гамильтонов граф

9. Деревья и их свойства. Кодировка деревьев
10. Сети. Структура сети.
11. Планарные графы. Формула Эйлера
12. Раскраска графов. Теорема Кенига. Проблема четырех красок
13. Правильные многогранники
14. Граф решетки подгрупп группы
15. Алгоритм поиска в глубину на графе
16. Алгоритм поиска в ширину на графе
17. Топологическая сортировка вершин сети. Порядковая функция сети. Алгоритм Демукрона.
18. Минимальные и максимальные покрывающие деревья. Алгоритм Краскала
19. Кратчайшие пути в графах. Алгоритм Дейкстры
20. Задача о максимальном потоке и о минимальном разрезе в сети. Алгоритм Форда-Фолкерсона.
21. Нечеткие алгоритмы

7 Рекомендуемая литература

7.1 Основная литература

1. Горюшкин А.П. Теория графов: учебное пособие. - Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. - 172 с.

7.2 Дополнительная литература

2. Спирина М.С. Дискретная математика / М.С. Спирина, П.А. Спирин. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 368с
3. Данко П. Е., Попов А. Г., Кожевникова Т. Я. Высшая математика в упражнениях и задачах: учеб. пособие: в 2 ч. – М.: Высшая школа, 1999

7.3 Методические указания по дисциплине

4. А.П. Горюшкин «Теория графов» для студентов направлений подготовки 230100.62 «Информатика и вычислительная техника», 231000.62 «Программная инженерия», 230700.62 «Прикладная информатика», 220400.62 «Управление в технических системах». Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013г.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Библиотека «Либертариума»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.libertarium.ru/library/>
2. Электронно-библиотечная система «ЛАНЬ»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний

промежуточной аттестации (экзамен).

Лекции посвящаются рассмотрению наиболее важных концептуальных вопросов: основным понятиям; теоретическим основам разработки стратегии, организации их эффективной реализации; обсуждению вопросов, трактовка которых в литературе еще не устоялась либо является противоречивой. В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

Конкретные методики, модели, методы и инструменты разработки, принятия, оптимизации стратегических управленческих решений рассматриваются на практических занятиях.

Целью проведения практических (семинарских) занятий является закрепление знаний студентов, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Практические занятия проводятся, в том числе, в форме семинаров; на них представляются и обсуждаются доклады, обсуждаются вопросы по теме (дискуссии), разбираются конкретные ситуации из практики российского государственного и муниципального управления, проводится тестирование, проводятся опросы, также предусмотрено выполнение практических заданий. Для подготовки к занятиям семинарского типа студенты выполняют проработку рабочей программы, ориентируясь на вопросы для обсуждения, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины; конспектирование источников; работу с конспектом лекций; подготовку ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Практические занятия проводятся по узловым и наиболее сложным вопросам (темам, разделам), они могут быть построены как на материале одной лекции, так и на содержании отдельного вопроса (вопросов) лекции, а также по определенной теме без чтения предварительной лекции. Главная особенность любого семинара - наличие элементов дискуссии, проблемы, диалога между преподавателем и обучающимися и самими обучающимися. Семинары выступают формой текущего контроля знаний обучающихся

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения, такие как:

1. Лекция:

- проблемная лекция, предполагающая изложение материала через проблемность вопросов, задач или ситуаций. При этом процесс познания происходит в научном поиске, диалоге и сотрудничестве с преподавателем в процессе анализа и сравнения точек зрения;
- лекция-визуализация - подача материала осуществляется средствами технических средств обучения с кратким комментированием демонстрируемых визуальных материалов (презентаций).

2. Семинар:

- тематический семинар - этот вид семинара готовится и проводится с целью акцентирования внимания обучающихся на какой-либо актуальной теме или на наиболее важных и существенных ее аспектах. Перед началом семинара обучающимся дается задание - выделить существенные стороны темы. Тематический семинар углубляет знания студентов, ориентирует их на активный поиск путей и способов решения затрагиваемой проблемы.
- проблемный семинар - перед изучением раздела курса преподаватель предлагает обсудить проблемы, связанные с содержанием данной темы. Накануне обучающиеся получают задание отобрать, сформулировать и объяснить проблемы. Во время семинара в условиях групповой дискуссии проводится обсуждение проблем.

3. Игровые методы обучения:

– анализ конкретных ситуаций (КС). Под конкретной ситуацией понимается проблема, с которой тот или иной обучаемый, выступая в роли руководителя или иного профессионала, может в любое время встретиться в своей деятельности, и которая требует от него анализа, принятия решений, каких-либо конкретных действий. В этом случае на учебном занятии слушателям сообщается единая для всех исходная информация, определяющая объект управления. Преподаватель ставит перед обучаемыми задачу по анализу данной обстановки, но не формулирует проблему, которая в общем виде перед этим могла быть выявлена на лекции. Обучающиеся на основе исходной информации и результатов ее анализа сами должны сформулировать проблему и найти ее решение. В ходе занятия преподаватель может вводить возмущающее воздействие, проявляющееся в резком изменении обстановки и требующее от обучаемых неординарных действий. В ответ на это слушатели должны принять решение, устраняющее последствие возмущающего воздействия или уменьшающее его отрицательное влияние.

Тестирование - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Контрольная работа - средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Текущий контроль знаний осуществляется в форме проведения семинаров, решения задач, тестирования, а также в предусмотренных формах контроля самостоятельной работы. Консультации преподавателя проводятся для обучающихся с целью дополнительных разъяснений и информации по возникающим вопросам при выполнении самостоятельной работы или подготовке к практическим (семинарским) занятиям, подготовке рефератов, а также при подготовке к экзамену. Консультации преподавателя проводятся в соответствии с графиком, утвержденным на кафедре, обучающийся может ознакомиться с ним на информационном стенде. Дополнительные консультации могут быть назначены по согласованию с преподавателем в индивидуальном порядке.

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

10.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

- электронные образовательные ресурсы;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

10.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- текстовый редактор Microsoft Word;
- пакет Microsoft Office;
- электронные таблицы Microsoft Excel;
- презентационный редактор Microsoft PowerPoint

11 Материально-техническое обеспечение дисциплины

На кафедре имеется 4 аудитории для проведения лекционных и практических занятий, аудитория для проведения интерактивных занятий с проектором и компьютером с установленной программой PowerPoint.