

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

Факультет информационных технологий и экономики управления

Кафедра «Физика и высшая математика»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета информацион-  
ных технологий и экономики и  
управления

 И.А. Рыбка

«07» декабря 2021 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  
2021

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО для специальности подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» и учебного плана ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»

Составители рабочей программы:  
Доцент каф. ФВМ



А.П. Горюшкин

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Физика и высшая математика»  
Протокол № 6 от «29» ноября 2021 года.

Заведующий кафедрой «Физика и высшая математика»:

«29» 11 2021 г.



А.И. Задорожный

## 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

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	Код и наименование идентификатора	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ОПК-1	Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области	<b>Ид-3</b> ОПК-1 <b>Владеет:</b> Владеет навыками работы с положениями, методами, а также опирается на законы профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> основные методы современной теории графов и возможности их применения для анализа работы сложных автоматизированных систем	3(ОПК-1)1



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 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 "	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, гамильтоновы 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 занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (экзамен и дифференцированный зачет).

Лекции посвящаются рассмотрению основным понятиям, наиболее важных теоретических вопросов. В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; 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.

Целью проведения практических занятий является закрепление знаний студентов, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Во время практических занятий решаются задачи по рассматриваемым в курсе лекций темам, применяются основные понятия, теоремы, свойства. Студент должен научиться решать базовые задачи по каждой теме, а также применять полученные навыки для решения реальных прикладных задач

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения, например, лекция-визуализация, предполагающая подачу материала с использованием технических средств обучения с краткими комментариями демонстрируемых материалов (презентаций).

## **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 Интернет, используя социальные сети, специализированные программы (например, zoom), а также электронной почты;
- использование электронной информационно-образовательной среды.

***10.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса***

При освоении дисциплины используется лицензионное ПО:

1. пакет Microsoft Office, в который входит:
  - a. текстовый редактор Microsoft Word;
  - b. электронные таблицы Microsoft Excel;
  - c. презентационный редактор Microsoft Power Point
2. Интернет-браузеры
3. Мессенджеры, в том числе приложения для использования электронной почты

**11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

На кафедре имеется 4 аудитории для проведения лекционных и практических занятий.