


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
 образования  
 "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
 АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра №34

«УТВЕРЖДАЮ»  
 Руководитель направления  
 проф. д.т.н. доц.  
 (должность, уч. степень, звание)  
  
 С.В. Безруков  
 (подпись)  
 «24» июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория графов и ее приложения»  
 (Название дисциплины)

|   |  |
|---|--|
| Код направления                         | 10.05.03   |
| Наименование направления/ специальности | Информационная безопасность автоматизированных систем                        |
| Наименование направленности             | Обеспечение информационной безопасности распределенных информационных систем |
| Форма обучения                          | очная  |

Санкт-Петербург – 2020 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)  
 доц. к.э.н. доц.  
 (должность, уч. степень, звание)

  
 24.06.21  
 (подпись, дата)

Т.Н. Елина  
 (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 34  
 «24» июня 2021 г, протокол № 11

Заведующий кафедрой № 34  
 проф. д.т.н. доц.  
 (должность, уч. степень, звание)

«24» июня 2021 г.  
 (подпись, дата)

  
 С.В. Безруков  
 (инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП 10.05.03(07)

доц. к.т.н. доц.  
 (должность, уч. степень, звание)

  
 24.06.21  
 (подпись, дата)

В.А. Мыльников  
 (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института (кафедры факультета) № 3 по методической работе

доц. к.э.н. доц.  
 (должность, уч. степень, звание)

  
 24.06.21  
 (подпись, дата)

Г.С. Арманова-Тельник  
 (инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Теория графов и ее приложения» входит в базовую часть образовательной программы подготовки обучающихся по специальности «10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем» направленность «Обеспечение информационной безопасности распределенных информационных систем». Дисциплина реализуется кафедрой №54.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общефессиональных компетенций:

ОПК-1 «способность анализировать физические явления и процессы, применять соответствующий математический аппарат для формализации и решения профессиональных задач»,

ОПК-2 «способность корректно применять при решении профессиональных задач соответствующий математический аппарат алгебры, геометрии, дискретной математики, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, математической логики, теории алгоритмов, теории информации, в том числе с использованием вычислительной техники»;

профессиональных компетенций:

ПК-1 «способность осуществлять поиск, изучение, обобщение и систематизацию научно-технической информации, нормативных и методических материалов в сфере профессиональной деятельности, в том числе на иностранном языке»;

профессионально-специализированных компетенций:

ПСК-7.4 «способность проводить удаленное администрирование операционных систем и систем баз данных в распределенных информационных системах».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основными понятиями теории графов и свойствами объектов, используемых в этих областях, формулировкой утверждений, методами их доказательства, возможными сферами их приложений, основами построения компьютерных моделей, использующих графы.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Дисциплина ставит своей целью ознакомление студентов с важнейшими разделами теории графов и ее приложениями и получение высшего профессионально профилированного образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности, обладать универсальными и предметно-специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности и устойчивости на рынке труда.

Данная дисциплина призвана познакомить с основными понятиями теории графов, методами исследования различных типов объектов и подструктур в графах, а также с рядом классических задач на графах и сетях, описанием алгоритмов их решения, анализом трудоемкости алгоритмов.

Концентрируя внимание на алгоритмическом подходе к задачам теории графов, учебный курс раскрывает органическую взаимосвязь между различными типами структур на графах и сетях, проявляющуюся в единстве алгоритмических моделей, применяемых для исследования этих структур.

К задачам курса относятся:

- ознакомление студентов с фундаментальными понятиями теории графов для последующего свободного их использования;
- изучение современной проблематики теории графов;
- усвоение постановок задач теории графов и методов их решения;
- овладение основными теоретико-графовыми алгоритмами;
- применение графовых моделей к различным областям науки.

Курс призван существенно углубить понимание слушателями, как теоретической базы информатики, так и ее практических методов.

Основы теории графов можно и нужно изучать сегодня в силу следующих аспектов:

большая наглядность многих теоретико-графовых конструкций и естественность приемов доказательства даже очень сложных теорем;

к графовым моделям сводится огромное число содержательных задач, причем в теории графов чрезвычайно много задач, формулировки и возможные пути решения которых понятны даже младшим школьникам;

теория графов имеет ярко выраженный прикладной характер в различных отраслях человеческих знаний; владение методами теории графов является сегодня необходимой составной частью образования специалистов, занимающихся вопросами прикладной математики.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-1 «способность анализировать физические явления и процессы, применять соответствующий математический аппарат для формализации и решения профессиональных задач»:

знать - основные определения о понятии графов

уметь - математически грамотно формулировать условия теорем и доказывать основные теоремы теории графов

владеть навыками - вычисление валентности вершин графа, строить подграфы

иметь опыт деятельности - решения задач по теории графов

ОПК-2 «способность корректно применять при решении профессиональных задач соответствующий математический аппарат алгебры, геометрии, дискретной математики, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, математической логики, теории алгоритмов, теории информации, в том числе с использованием вычислительной техники»:

знать - основные методы и алгоритмы решения задач на графах

уметь - использовать математические инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации

владеть навыками - доказывать утверждения, строить модели объектов и понятий

иметь опыт деятельности - алгоритмизации основных задач

ПК-1 «способность осуществлять поиск, изучение, обобщение и систематизацию научно-технической информации, нормативных и методических материалов в сфере профессиональной деятельности, в том числе на иностранном языке»:

знать - свойства объектов, используемых в этих областях, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений;

уметь - решать задачи теоретического и прикладного характера из различных разделов математики, информатики, теории защиты информации

владеть навыками - математическим аппаратом теории графов;

иметь опыт деятельности - обосновывать выбор решений задач теории графов

ПСК-7.4 «способность проводить удаленное администрирование операционных систем и систем баз данных в распределенных информационных системах»:

знать - основы построения компьютерных моделей, использующих графы

уметь - проводить удаленное администрирование операционных систем;

владеть навыками - методами доказательства

утверждений в этой области

иметь опыт деятельности - администрирования операционных систем и систем баз данных в распределенных информационных системах.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Математический анализ
- Математическая логика и теория алгоритмов
- Физика
- Учебная (ознакомительная) практика
- Теория вероятностей и математическая статистика
- Вычислительная математика
- Технологии и методы программирования
- Учебная практика
- Математические основы обработки информации
- Производственная (эксплуатационная) практика
- Моделирование систем
- Распределенные информационные системы
- Постквантовая криптография
- Безопасность сетей ЭВМ
- Распределенные сети хранения данных
- Безопасность операционных систем

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Научно-исследовательская работа
- Защита информации в сенсорных сетях
- Производственная преддипломная практика
- Информационная безопасность распределенных информационных систем

### 3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы  | Всего         | Трудоемкость по семестрам |
|---|---------------|---------------------------|
|   |               | №8                        |
| 1   | 2             | 3                         |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>  | 3/ 108        | 3/ 108                    |
| <i>Из них часов практической подготовки</i>   | 4             | 4                         |
| <i>Аудиторные занятия, всего час.,</i><br><i>В том числе</i>                                | 34            | 34                        |
| лекции (Л), (час)   | 17            | 17                        |
| Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)  |               |                           |
| лабораторные работы (ЛР), (час)   | 17            | 17                        |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)  |               |                           |
| Экзамен, (час)  |               |                           |
| <b>Самостоятельная работа, всего</b>  | 74            | 74                        |
| <b>Вид промежуточного контроля:</b><br>зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.) | Дифф.<br>Зач. | Дифф. Зач.                |

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|--------------------------|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
|                          |              |               |          |          |           |

| Семестр 8  |    |   |    |   |    |
|--|----|---|----|---|----|
| Раздел 1. Основные определения                                     | 2  |   | 2  |   | 8  |
| Раздел 2. Связность графов   | 2  |   | 2  |   | 8  |
| Раздел 3. Цикломатика графов                                       | 2  |   | 2  |   | 8  |
| Раздел 4. Потoki в сетях   | 2  |   | 2  |   | 10 |
| Раздел 5. Метрические характеристики графов и экстремальные задачи | 2  |   | 2  |   | 10 |
| Раздел 6. Задачи раскраски вершин и ребер графа                    | 2  |   | 2  |   | 10 |
| Раздел 7. Алгоритмы  | 2  |   | 2  |   | 10 |
| Раздел 8. Применение графов для задач программирования             | 3  |   | 3  |   | 10 |
| Итого в семестре:  | 17 |   | 17 |   | 74 |
| Итого:   | 17 | 0 | 17 | 0 | 74 |

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

| Номер раздела   | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий  |
|---|--|
| Основные определения                                      | Основные понятия теории графов. Связь теории графов с предметной областью. Способы задания графов. Матрицы смежности и инцидентности, их свойства.   |
| Связность графов  | Связность. Деревья. Свойства деревьев. Матричная теорема Кирхгофа о деревьях. Поиск минимального (максимального) остовного леса в графе.   |
| Цикломатика графов  | Эйлеровы графы. Критерий эйлеровости связного графа. Пространство четных подграфов и множество фундаментальных циклов. Цикломатическое число. Гамильтоновы графы. Признак гамильтоновости графа.   |
| Потоки в сетях  | Бесконтурные графы, топологическая сортировка. Определение сети. Сетевые графики. Потoki в сетях, алгоритм построения потока. Теорема Форда–Фолкерсона и алгоритм построения максимального потока. Построение потока минимальной стоимости: алгоритм Форда-Фалкерсона, алгоритмы, основанные на выделении циклов отрицательного веса и на поиске минимального пути.  |
| Метрические характеристики графов и экстремальные задачи. | Расстояния в графе: вершина-вершина, вершина ребро, точка-вершина, точка-ребро. Центры и медианы графа, главные и абсолютные центры и медианы, методы их поиска. Обобщение задач размещения: задачи с усилениями, поиск кратных центров и медиан. Независимые и покрывающие множества. Теорема о числах независимости и покрытий. Максимальные независимые множества вершин, их поиск. Кратчайшее вершинное покрытие, алгоритмы его поиска. Доминирующие множества. Паросочетание. Поиск паросочетания максимальной мощности. Поиск паросочетания максимального веса. Определение двудольного графа. Совершенное паросочетание. Задача о свадьбах, теорема Холла. Задача о назначениях и алгоритм ее решения. Транспортная задача и алгоритм ее решения. |
| Задачи раскраски вершин и ребер графа                     | Постановка задачи раскраски графа. Хроматическое число произвольных графов. Теорема Брукса. Хроматическое число планарных графов. Теоремы о шести и о пяти красках, гипотеза о четырех красках. Точный и   |

|  |   |
|--|---|
|  | приближенные алгоритмы раскрашивания графа.   |
| Алгоритмы                                    | Поиск в глубину и в ширину в графе. Топологическая сортировка вершин бесконтурного орграфа. Задача о кратчайшем пути. Алгоритмы Форда-Беллмана и Дейкстры. Задача о расстояниях между всеми парами вершин графа. Алгоритм Флойда. Транзитивное замыкание. Алгоритм Уоршалла. Алгоритм построения наибольшего паросочетания и наименьшего вершинного покрытия. |
| Применение графов для задач программирования | Описание графового представления моделей и решения задач с применением графов в среде объектно-ориентированного программирования..  |

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п                           | Темы практических занятий | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                           |                            |                     |                      |
|                                 |                           |                            |                     |                      |
| Всего:                          |                           |                            |                     |                      |

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п     | Наименование лабораторных работ                           | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|---|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 8 |   |                     |                                       |                      |
| 1         | Построение графов   | 2                   |                                       | 1                    |
| 2         | Оценка связности  | 2                   |                                       | 2                    |
| 3         | Цикломатика графов  | 2                   |                                       | 3                    |
| 4         | Потоки в сетях  | 2                   |                                       | 4                    |
| 5         | Метрические характеристики графов и экстремальные задачи. | 2                   |                                       | 5                    |
| 6         | Задачи раскраски вершин и ребер графа                     | 2                   |                                       | 6                    |
| 7         | Алгоритмы   | 2                   |                                       | 7                    |
| 8         | Применение графов для задач программирования              | 2                   |                                       | 8                    |
| 9         | Тестирование программных приложений                       | 1                   | 4                                     | 8                    |
| Всего:    |   | 17                  | 4                                     |                      |

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы                        | Всего, час | Семестр 8, час |
|---|------------|----------------|
| 1   | 2          | 3              |
| <b>Самостоятельная работа, всего</b>              | 74         | 74             |
| изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 60         | 60             |
| курсовое проектирование (КП, КР)                  |            |                |
| расчетно-графические задания (РГЗ)                |            |                |
| выполнение реферата (Р)                           |            |                |
| Подготовка к текущему контролю (ТК)               | 14         | 14             |
| домашнее задание (ДЗ)                             |            |                |
| контрольные работы заочников (КРЗ)                |            |                |

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов указаны в п.п. 8-10.

## 6. Перечень основной и дополнительной литературы

### 6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

| Шифр                  | Библиографическая ссылка / URL адрес   | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|-----------------------|--|---|
| <b>004.9<br/>Г 47</b> | <b>Гильмутдинов, Марат Равилевич</b> (доц.). Использование случайных графов для оценки надежности вычислительных сетей [Текст] : учебное пособие / М. Р. Гильмутдинов, Н. В. Марковская, А. М. Тюрликов ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2014. - 46 с. | 49  |
| <b>004.4<br/>К 84</b> | <b>Крук, Евгений Аврамович</b> (проф.). Методы программирования и прикладные алгоритмы [Текст] : учебное пособие в 3 ч. Ч. 2 / Е. А. Крук, А. А. Овчинников ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2014. - 114 с.  | 45  |
| <b>004<br/>В 52</b>   | <b>Вирт, Н.</b> Алгоритмы и структуры данных. Новая версия для Оберона + CD [Текст] / Н. Вирт ; пер. Д. Б. Подшивалов. - 2-е изд., испр. - М. : ДМК Пресс, 2012. - 272 с.  | 10  |

### 6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

| Шифр         | Библиографическая ссылка / URL адрес                            | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|--------------|---|---|
| <b>004.4</b> | <b>Алгоритмы: построение и анализ</b> [Текст] = Introduction to | 5   |



|                       |   |    |
|-----------------------|---|----|
| <b>A 45</b>           | Algorithms / Т. Кормен [и др.] ; пер.: И. В. Красиков, Н. А. Орехова, В. Н. Романов. - 2-е изд. - М. и др. : Вильямс, 2012. - 1290 с.   |    |
| <b>004.4<br/>С 28</b> | <b>Седжвик, Р.</b> Алгоритмы на С++ : анализ структуры данных, сортировка, поиск, алгоритмы на графах [Текст] / Р. Седжвик ; конс. К. Ван Вик. - М. : Вильямс, 2014. - 1056 с.  | 5  |
| <b>004.9<br/>М 74</b> | <b>Моделирование систем и процессов</b> [Текст] : учебник для академического бакалавриата / В. Н. Волкова [и др.] ; ред.: В. Н. Волкова, В. Н. Козлов ; С.-Петербург. гос. политехн. ун-т. - М. : Юрайт, 2015. - 592 с. | 10 |

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

| URL адрес  | Наименование                               |
|--|--|
| <a href="http://www.intuit.ru">www.intuit.ru</a> | Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ" |

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

### 8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |
|       |                  |
|       |                  |
|       |                  |

### 8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |
|       |                  |
|       |                  |

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории<br>(при<br>необходимости) |
|-------|---|---|
|       |   |   |

|   |                      |  |
|---|----------------------|--|
| 1 | Лекционная аудитория |  |
| 2 | Компьютерный класс   |  |

## 10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Примерный перечень оценочных средств |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Дифференцированный зачёт     | Список вопросов;<br>Тесты.           |

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

| Номер семестра  | Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП |
|---|--|
| ОПК-1 «способность анализировать физические явления и процессы, применять соответствующий математический аппарат для формализации и решения профессиональных задач» |  |
| 1   | Математический анализ  |
| 1   | Математическая логика и теория алгоритмов                                      |
| 2   | Физика   |
| 2   | Математический анализ  |
| 2   | Учебная (ознакомительная) практика   |
| 3   | Теория вероятностей и математическая статистика                                |
| 3   | Электротехника   |
| 3   | Физика   |
| 3   | Инженерная графика   |
| 4   | Основы радиотехники  |
| 4   | Вычислительная математика  |
| 4   | Технологии и методы программирования   |
| 4   | Учебная практика   |
| 4   | Электроника и схемотехника   |
| 5   | Мультимедиа технологии   |
| 5   | Технологии обработки аудио- и видеоданных                                      |
| 5   | Устройства и системы беспроводной связи  |
| 5   | Организация ЭВМ и вычислительных систем  |
| 5   | Метрология   |
| 5   | Микропроцессорная техника  |
| 5   | Математические основы обработки информации                                     |

|  |   |
|--|---|
| 6  | Производственная (эксплуатационная) практика    |
| 6  | Моделирование систем                            |
| 6  | Системное программное обеспечение               |
| 6  | Операционные системы                            |
| 7  | Распределенные информационные системы           |
| 7  | Постквантовая криптография                      |
| 7  | Безопасность сетей ЭВМ                          |
| 7  | Распределенные сети хранения данных             |
| 7  | Безопасность операционных систем                |
| 8  | Языки программирования                          |
| 8  | Теория графов и ее приложения                   |
| 8  | Производственная (конструкторская) практика     |
| 8  | Исследование операций и теории игр              |
| 9  | Научно-исследовательская работа                 |
| 9  | Научно-исследовательская работа                 |
| 9  | Защита информации в сенсорных сетях             |
| 10   | Научно-исследовательская работа                 |
| 10   | Научно-исследовательская работа                 |
| 10   | Производственная преддипломная практика         |
| ОПК-2 «способность корректно применять при решении профессиональных задач соответствующий математический аппарат алгебры, геометрии, дискретной математики, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, математической логики, теории алгоритмов, теории информации, в том числе с использованием вычислительной техники» |   |
| 1  | Математическая логика и теория алгоритмов       |
| 1  | Алгебра и геометрия                             |
| 1  | Математический анализ                           |
| 2  | Алгебра и геометрия                             |
| 2  | Математический анализ                           |
| 2  | Дискретная математика                           |
| 2  | Физика  |
| 3  | Инженерная графика                              |
| 3  | Физика  |
| 3  | Теория вероятностей и математическая статистика |
| 4  | Вычислительная математика                       |
| 5  | Математические основы обработки информации      |
| 6  | Теория кодирования                              |
| 7  | Постквантовая криптография                      |
| 8  | Исследование операций и теории игр              |
| 8  | Теория графов и ее приложения                   |
| ПК-1 «способность осуществлять поиск, изучение, обобщение и систематизацию научно-технической информации, нормативных и методических материалов в сфере профессиональной деятельности, в том числе на иностранном языке»   |   |
| 2  | Основы программирования                         |
| 3  | Основы программирования                         |

|  |  |
|--|--|
| 8  | Теория графов и ее приложения                                    |
| 9  | Научно-технический семинар                                       |
| 10   | Научно-технический семинар                                       |
| ПСК-7.4 «способность проводить удаленное администрирование операционных систем и систем баз данных в распределенных информационных системах» |  |
| 8  | Теория графов и ее приложения                                    |
| 10   | Информационная безопасность распределенных информационных систем |

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции   |                                       | Характеристика сформированных компетенций   |
|----------------------|---------------------------------------|---|
| 100-балльная шкала   | 4-балльная шкала                      |   |
| $85 \leq K \leq 100$ | «отлично»<br>«зачтено»                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul> |
| $70 \leq K \leq 84$  | «хорошо»<br>«зачтено»                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>- не допускает существенных неточностей;</li> <li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>- аргументирует научные положения;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>  |
| $55 \leq K \leq 69$  | «удовлетворительно»<br>«зачтено»      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>- частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>                 |
| $K \leq 54$          | «неудовлетворительно»<br>«не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>   |

## 10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

## 1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена |
|-------|--|
|       | Учебным планом не предусмотрено        |

## 2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета   |
|-------|---|
|       | <p>3. Основные определения и обозначения, связанные с графами, орграфами и мультиграфами. Способы задания графов. Матрицы смежности и инцидентности, их свойства.</p> <p>4. Двудольные графы. Критерий двудольности графа.</p> <p>5. Леса и деревья. Эквивалентные определения дерева. Корневые и остовные деревья. Алгоритмы Прима и Краскала нахождения минимального остова.</p> <p>6. Бинарные деревья. Хранение и поиск информации в бинарных деревьях. Добавление и удаление элементов. Деревья, сбалансированные по высоте (AVL-деревья) и по весу</p> <p>7. Поиск по графу в ширину и глубину. Свойства дерева поиска. Связь поиска в ширину с кратчайшими цепями графа.</p> <p>8. Точки сочленения, мосты и блоки графа. Вершинная и реберная k-связность. Характеризация двусвязных графов. Взаимное расположение двух блоков в графе. Дерево блоков и точек сочленения. Алгоритм поиска блоков.</p> <p>9. Кратчайшие пути во взвешенных орграфах. Алгоритмы Дейкстры и Флойда-Уоршелла.</p> <p>10. Сети и потоки в сетях. Задача о максимальном потоке. Остаточные сети, дополняющие пути и разрезы. Теорема и обобщенный алгоритм Форда-Фалкерсона. Анализ работы алгоритма в случае целых и рациональных пропускных способностей. Метод кратчайших путей.</p> <p>11. Наборы непересекающихся цепей, соединяющих два подмножества вершин графа (орграфа). Вершинная и реберная теоремы Менгера. Критерии вершинной и реберной k-связности графов (теорема Уитни).</p> <p>12. Обходы графов. Эйлеровы и гамильтоновы графы. Теорема Эйлера и алгоритм Флери. Достаточные условия гамильтоновости. Теоремы Дирака и Оре. Гамильтоновы циклы и задача коммивояжера.</p> <p>13. Независимые множества вершин и ребер графа. Вершинные и реберные покрытия, факторы и паросочетания. Числовые параметры, связанные с независимостью и покрытиями, их свойства. Теорема Галлаи.</p> <p>14. Наибольшие паросочетания и чередующиеся цепи. Характеризация наибольших паросочетаний в терминах чередующиеся цепей. Паросочетания, покрывающие долю двудольного графа. Связь с системами различных представителей и теоремой Холла.</p> <p>15. Теоремы Кенига о числе реберной независимости двудольного графа и (0,1)-матрицах. Алгоритм нахождения наибольшего паросочетания и наименьшего вершинного покрытия в двудольном графе. Задача о назначениях.</p> <p>16. Плоские и планарные графы. Нормальные карты и эйлеровы многогранники. Формула Эйлера и ее следствия. Критерий планарности Понтрягина-Куратовского. Алгоритм укладки графа на плоскости. Понятие геометрически двойственного графа.</p> <p>17. Раскраски вершин графов. Простейшие оценки хроматического числа.</p> |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>Теорема Брукса.</p> <p>18. Раскраски планарных графов и карт. Теорема о четырех красках. Доказательство теоремы о пяти красках. Достаточные условия Грецша и Грюнбаума 3-раскрашиваемости плоских графов.</p> <p>19. Хроматические полиномы, их свойства. Нерешенные задачи, связанные с хроматическими полиномами.</p> <p>20. Раскраски ребер графов и мультиграфов. Теоремы Визинга и Шэннона. Хроматический индекс двудольного графа. Интервальные раскраски. Связь с задачами теории расписаний.</p> <p>21. Предписанные раскраски вершин и ребер графов. Теорема Томассена о предписанной 5-раскрашиваемости плоских графов.</p> <p>22. Перечисление и кодирование графов Проблема изоморфизма. Кодирование деревьев. Код Прюфера. Теорема Кэли о числе помеченных деревьев.</p> <p>23. Труднорешаемые задачи на графах. Классы P, NP, NPC. Связь между задачами “Клика” и “Выполнимость”. Некоторые NP-полные задачи на графах (“Изоморфный подграф”, “Независимость”, “Вершинное покрытие”, “Гамильтонов цикл”, “3-раскрашиваемость” и другие).</p> |
|--|---|

24. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

| № п/п | Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта |
|-------|--|
|       | Учебным планом не предусмотрено  |

25. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п   | Примерный перечень вопросов для тестов   |   |   |       |       |       |       |
|---|--|---|---|-------|-------|-------|-------|
|   | <p>4. Для того, чтобы граф обладал эйлеровым циклом, необходимо и достаточно, чтобы:</p> <p>а) степени всех вершин были нечетными</p> <p>б) степени ровно двух вершин были четными</p> <p>в) степени всех вершин были четными</p> <p>г) степени ровно двух вершин были нечетными</p> <p>5. Матрица смежности реберного графа вычисляется по формуле:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">а) <math>A(GP) = B_T(G) \cdot B(G) - sE</math>; б) <math>A(GP) = B(G) \cdot B_T(G) - sE</math>;</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">в) <math>A(GP) = B(G) \cdot B_T(G) - 2E</math>; г) <math>A(GP) = B_T(G) \cdot B(G) - 2E</math>.</td> </tr> </table> <p>6. Если в алгоритме фронта волны <math>v_j \in F_k(v_i)</math> (<math>k \in \mathbb{N}, n-1, n</math> – количество вершин орграфа), то</p> <p>а) вершина <math>v_j</math> достижима из вершины <math>v_i</math></p> <p>б) вершина <math>v_j</math> не достижима из вершины <math>v_i</math></p> <p>в) вершина <math>v_i</math> достижима из вершины <math>v_j</math></p> <p>г) вершина <math>v_i</math> не достижима из вершины <math>v_j</math></p> <p>7. У графа <math>K_7</math> хроматическое число <math>s(K_7)</math> равно:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 2px;">а) 1;</td> <td style="width: 25%; padding: 2px;">б) 3;</td> <td style="width: 25%; padding: 2px;">в) 4;</td> <td style="width: 25%; padding: 2px;">г) 7;</td> </tr> </table> <p>8. Дан граф G:</p> | а) $A(GP) = B_T(G) \cdot B(G) - sE$ ; б) $A(GP) = B(G) \cdot B_T(G) - sE$ ; | в) $A(GP) = B(G) \cdot B_T(G) - 2E$ ; г) $A(GP) = B_T(G) \cdot B(G) - 2E$ . | а) 1; | б) 3; | в) 4; | г) 7; |
| а) $A(GP) = B_T(G) \cdot B(G) - sE$ ; б) $A(GP) = B(G) \cdot B_T(G) - sE$ ; | в) $A(GP) = B(G) \cdot B_T(G) - 2E$ ; г) $A(GP) = B_T(G) \cdot B(G) - 2E$ .  |   |   |       |       |       |       |
| а) 1;   | б) 3;  | в) 4;   | г) 7;   |       |       |       |       |



Количество компонент связности графа G

а) 2; б) 1; в) 4; г) 5;

9. Матрица достижимости орграфа D обозначается:

а)  $T(D)$ ; б)  $S(D)$ ; в)  $B(D)$ ; г)  $D(D)$ .

10. Формула Эйлера для планарного графа имеет вид:

а)  $n + m - r = 2$ ; б)  $n - m + r = 2$ ; в)  $n + m + r = 2$ ; г)  $n - m - r = 2$ ;

11. Длина минимального пути в нагруженном орграфе среди всех путей из  $v_1$  в  $v_6$ , содержащих не более 4 дуг, обозначается:

а)  $\lambda_4^6$ ; б) 16,4; в)  $\lambda_2^6$ ; г) 14,6.

12. Количество циклов в любом дереве D:

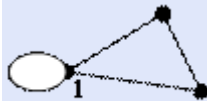
а) 1; б) 0; в) 2; г) 3;

13. Однородный граф G имеет 15 ребер, степень каждой вершины равна 5, тогда количество вершин графа G:

а) 15 б) 6 в) 20 г) 10

14. Число полных трехвершинных подграфов в полном двудольном графе  $K_{6,7}$  равно

а) 6; б) 7; в) 13; г) 0.



15. Дан граф:

Степень вершины 1 равна

а) 1; б) 2; в) 3; г) 4;

16. Цикломатическое число графа равно

- а) количеству компонент связности  
 б) размерности пространства базисов циклов графа  
 в) количеству циклов в графе  
 г) количеству ребер в цикле

26. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

| № п/п | Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий |
|-------|---|
|-------|---|

|  |   |
|--|---|
|  | <p>8. Задана система односторонних дорог. Найти путь, соединяющий города <math>A</math> и <math>B</math> и не проходящий через заданное множество городов</p> <p>9. Задана система двусторонних дорог, причем для любой пары городов можно указать соединяющий их путь. Найти такой город, для которого сумма расстояний до остальных городов минимальна</p> <p>10. По системе двусторонних дорог определить, можно ли, закрыв какие-нибудь три дороги, добиться того, чтобы из города <math>A</math> нельзя было попасть в город <math>B</math>.</p> <p>11. Заданы две системы двусторонних дорог с одним и тем же множеством городов (железные и шоссейные дороги). Найти минимальный по длине путь из города <math>A</math> в город <math>B</math> (который может проходить как по железным, так и по шоссейным дорогам) и места пересадок с одного вида транспорта на другой на этом пути</p> <p>12. Компонентой сильной связности в ориентированном графе называется такой его подграф, в котором любые две вершины взаимно достижимы и который не содержится в другом подграфе, удовлетворяющем этому условию. Постройте компоненты сильной связности для заданного ориентированного графа</p> <p>13. Пусть <math>x = a_1 a_2 \dots a_n</math> - данная цепочка и <math>\alpha</math> - регулярное выражение. Модифицируйте алгоритм моделирования недетерминированного конечного автомата так, чтобы он находил наименьшее число <math>k</math>, а по нему наименьшее <math>j</math>, такое, что <math>a_j a_{j+1} \dots a_k</math> принадлежит множеству, представленному выражением <math>\alpha</math>. <i>Указание:</i> Каждому состоянию из <math>S_i</math> поставьте в соответствие целое число <math>j</math>.</p> |
|--|---|

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина ставит своей целью ознакомление студентов с важнейшими разделами теории графов и ее приложениями и получение высшего профессионально профилированного образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности, обладать универсальными и предметно-специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности и устойчивости на рынке труда.

Данная дисциплина призвана познакомить с основными понятиями теории графов, методами исследования различных типов объектов и подструктур в графах, а также с рядом классических задач на графах и сетях, описанием алгоритмов их решения, анализом трудоемкости алгоритмов.

Концентрируя внимание на алгоритмическом подходе к задачам теории графов, учебный курс раскрывает органическую взаимосвязь между различными типами структур на графах и сетях, проявляющуюся в единстве алгоритмических моделей, применяемых для исследования этих структур.

К задачам курса относятся:

- ознакомление студентов с фундаментальными понятиями теории графов для последующего свободного их использования;
- изучение современной проблематики теории графов;
- усвоение постановок задач теории графов и методов их решения;



- овладение основными теоретико-графовыми алгоритмами;
- применение графовых моделей к различным областям науки.

Курс призван существенно углубить понимание слушателями, как теоретической базы информатики, так и ее практических методов.

Основы теории графов можно и нужно изучать сегодня в силу следующих аспектов:

большая наглядность многих теоретико-графовых конструкций и естественность приемов доказательства даже очень сложных теорем;

к графовым моделям сводится огромное число содержательных задач, причем в теории графов чрезвычайно много задач, формулировки и возможные пути решения которых понятны даже младшим школьникам;

теория графов имеет ярко выраженный прикладной характер в различных отраслях человеческих знаний; владение методами теории графов является сегодня необходимой составной частью образования специалистов, занимающихся вопросами прикладной математики.

### **Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала**

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходиться к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

#### Структура предоставления лекционного материала:

- Основные определения
- Связность графов
- Цикломатика графов
- Потoki в сетях
- Метрические характеристики графов и экстремальные задачи
- Задачи раскраски вершин и ребер графа
- Алгоритмы
- Применение графов для задач программирования

### **Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ**

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### **Задание и требования к проведению лабораторных работ**

- В задании должно быть четко сформулирована задача, выполняемая в ЛР;
- Описаны входные и выходные данные для проведения ЛР;
- ЛР должна выполняться на основе полученных теоретических знаниях;
- Выполнение ЛР должно осуществляться на основе методических указаний, предоставляемых преподавателем;
- ЛР должна выполняться в специализированном компьютерном классе и может быть доработана студентом в домашних условиях, если позволяет ПО;
- Итогом выполненной ЛР является отчет.

#### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

- Постановка задачи;
- Входные и выходные данные;
- Содержание этапов выполнения;
- Обоснование полученного результата (вывод);
- Список используемой литературы.

#### **Требования к оформлению отчета о лабораторной работе**

- Лабораторная работа (ЛР) предоставляется в печатном/или электронном виде;
- ЛР должна соответствовать структуре и форме отчета представленной выше;
- ЛР должна иметь титульный лист (ГОСТ 7.32-2001 издания 2008 года) с названием и подписью студента(ов), который(ые) ее сделал(и) и оформил(и);

Студент должен защитить ЛР. Отметка о защите должна находиться на титульном листе вместе с подписью преподавателя.

#### **Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы**

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

### **Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |