

МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
"Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого"  
(ФГБОУ ВО "ТГПУ им. Л.Н. Толстого")

## Приложения теории графов

### рабочая программа дисциплины (модуля)

|                        |   |
|------------------------|---|
| Закреплена за кафедрой | кафедра алгебры, математического анализа и геометрии  |
| ОПОП                   | Направление 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии<br>направленность (профиль) Инженерия программного обеспечения |
| Квалификация           | Бакалавр  |
| Год начала подготовки  | 2022  |
| Форма обучения         | очная   |
| Общая трудоемкость     | 4 з.е.  |

Виды контроля по семестрам:  
экзамен 3

| Семестр(Курс.Номер семестра на курсе) | 3(2.1) |     | Итого |     |
|---------------------------------------|--------|-----|-------|-----|
|                                       | УП     | РПД | УП    | РПД |
| Лекции                                | 18     | 16  | 18    | 16  |
| Практические                          | 26     | 14  | 26    | 14  |
| Лабораторные                          | 8      | 10  | 8     | 10  |
| Итого ауд.                            | 52     | 40  | 52    | 40  |
| КСР                                   | 2      | 0   | 2     | 0   |
| Контактная работа                     | 54     | 40  | 54    | 40  |
| Сам. работа                           | 54     | 66  | 54    | 66  |
| Часы на контроль                      | 36     | 36  | 36    | 36  |
| Практическая подготовка               | 0      | 0   | 0     | 0   |
| Семинары                              | 0      | 0   | 0     | 0   |
| Консультации                          | 0      | 0   | 0     | 0   |
| Итого трудоемкость в часах            | 144    | 142 | 144   | 142 |

Программу составил(и):

*д.ф.-м.н., профессор, Балаба И.Н.*

Рабочая программа дисциплины

**Приложения теории графов**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 г. № 808)

составлена на основании учебного плана:

Направление 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии  
направленность (профиль) Инженерия программного обеспечения  
утвержденного Учёным советом вуза от 28.02.2022 протокол № 3.

РПД утверждена Учёным советом университета  
протокол от 28.2.2022 г. № 3

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

знакомство с фундаментальными понятиями и математическим аппаратом теории графов; изучение основных задач теории графов и методов их решения, формирование навыков применения графовые модели для решения прикладных задач

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

|                    |  |
|--------------------|--|
| Цикл (раздел) ООП: | Б1.В   |
| <b>2.1</b>         | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>   |
| 1.                 | практика по получению первичных навыков профессиональной деятельности  |
| 2.                 | Физические основы вычислительных систем  |
| 3.                 | Дискретная математика  |
| 4.                 | Линейная алгебра и аналитическая геометрия   |
| 5.                 | Математический анализ  |
| <b>2.2</b>         | <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 1.                 | Практикум по веб-программированию  |
| 2.                 | Теория вероятностей и математическая статистика  |
| 3.                 | Компьютерное моделирование   |
| 4.                 | Методы оптимизации   |
| 5.                 | Тестирование программного обеспечения  |
| 6.                 | Исследование операций  |
| 7.                 | Программная инженерия  |
| 8.                 | научно-исследовательская работа  |

### 3. СООТНЕСЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

#### 3.1 Компетенции обучающегося и индикаторы их достижения:

ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

|         |  |
|---------|--|
| ОПК-1.1 | Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, базовые теории и истории основного, теории коммуникации; знает основную терминологию<br>знает основные понятия теории графов и способы задания графов, основные и основные алгоритмы теории графов, умеет формулировать базовые алгоритмы теории графов, владеет навыками построения и анализа алгоритмов решения задач теории графов |
| ОПК-1.2 | Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты  |
| ОПК-1.3 | Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной деятельности   |

ПК-2: Способность к разработке стратегии тестирования и управление процессом тестирования, разработке документов для тестирования и анализ качества покрытия

|        |  |
|--------|--|
| ПК-2.1 | Знает основы стратегии тестирования и управление процессом тестирования программных средств. |
| ПК-2.2 | Умеет применять в практической деятельности методы тестирования программных средств.         |
| ПК-2.3 | Имеет практический опыт разработки стратегии тестирования программных средств                |

#### 3.2 Результаты обучения по дисциплине:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

|     |  |
|-----|--|
|     | <b>Знать:</b>  |
| 3.1 | основные понятия теории графов и способы задания графов              |
| 3.2 | основные теоремы и основные алгоритмы теории графов                  |
| 3.3 | методы и приемы формализации задач, решаемых с использованием графов |
|     | <b>Уметь:</b>  |
| У.1 | умеет формулировать базовые алгоритмы теории графов                  |

|     |  |
|-----|--|
| У.2 | использовать базовые алгоритмы для решения широкого круга задач                      |
|     | <b>Владеть:</b>  |
| В.1 | навыками использования графов для моделирования и решения задач в различных областях |
| В.2 | навыками построения и анализа алгоритмов решения задач теории графов                 |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                     | Семестр / Курс | Часов | Литература    | Содержание   |
|-------------|---|----------------|-------|---------------|--|
|             | <b>Основные понятия теории графов</b>                         |                |       |               |  |
| 1.1         | Основные понятия теории графов. Способы задания графов. /Лек/ | 3              | 2     | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Задачи, послужившие основой теории графов. Основные понятия теории графов. Лемма "о рукопожатиях". Ориентированные и неориентированные графы. Изоморфизм графов. Маршруты цепи, циклы. Связность. Способы задания графов: матрицы смежности и инцидентности. Метрические характеристики графа.   |
| 1.2         | Основные понятия теории графов. /Пр/                          | 3              | 2     | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Основные понятия теории графов. Ориентированные и неориентированные графы. Изоморфизм графов. Маршруты цепи, циклы. Связность. Способы задания графов: матрицы смежности и инцидентности. Метрические характеристики графа.  |
| 1.3         | Деревья. Плоские графы. /Лек/                                 | 3              | 2     | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Деревья и леса. Соотношение между числом вершин и числом ребер в дереве. Остовное дерево связного графа. Плоские графы. Формула Эйлера. Наличие вершин степени, не превосходящей 5. Основные примеры неплоских графов. Теорема Фари.   |
| 1.4         | Деревья. Плоские графы. /Пр/                                  | 3              | 2     | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Деревья и леса. Соотношение между числом вершин и числом ребер в дереве. Остовное дерево связного графа. Плоские графы. Формула Эйлера. Наличие вершин степени, не превосходящей 5. Основные примеры неплоских графов. Теорема Фари.   |
| 1.5         | Эйлеровы и гамильтоновы графы /Лек/                           | 3              | 2     | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Эйлеров цикл. Эйлеровы графы. Критерий существования эйлерова цикла. Построение эйлеровых циклов. Обход ребер графа по одному разу в обоих направлениях. Гамильтоновы графы. Достаточные условия гамильтоновости графа.  |
| 1.6         | Эйлеровы и гамильтоновы графы /Пр/                            | 3              | 2     | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Эйлеров цикл. Эйлеровы графы. Критерий существования эйлерова цикла. Построение эйлеровых циклов. Обход ребер графа по одному разу в обоих направлениях. Гамильтоновы графы. Достаточные условия гамильтоновости графа.  |
| 1.7         | Основные понятия теории графов /Лаб/                          | 3              | 2     | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Основные понятия теории графов. Ориентированные и неориентированные графы. Изоморфизм графов. Маршруты цепи, циклы. Связность. Способы задания графов: матрицы смежности и инцидентности. Метрические характеристики графа. Плоские графы. Формула Эйлера. Эйлеров цикл. Построение эйлеровых циклов. Гамильтоновы графы. Достаточные условия гамильтоновости графа. |

|     |  |   |    |               |   |
|-----|--|---|----|---------------|---|
| 1.8 | Основные понятия теории графов. /Ср/                                   | 3 | 20 | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Основные понятия теории графов. Ориентированные и неориентированные графы. Изоморфизм графов. Маршруты цепи, циклы. Связность. Способы задания графов: матрицы смежности и инцидентности. Метрические характеристики графа. Деревья и леса. Соотношение между числом вершин и числом ребер в дереве. Остовное дерево связного графа. Плоские графы. Формула Эйлера. Наличие вершин степени, не превосходящей 5. Основные примеры неплоских графов. Теорема Фари. Эйлера цикл. Эйлера графы. Критерий существования эйлера цикла. Построение эйлеровых циклов. Обход ребер графа по одному разу в обоих направлениях. Гамильтоновы графы. Достаточные условия гамильтоновости графа. |
|     | <b>Взвешенные графы</b>  |   |    |               |   |
| 2.1 | Взвешенные графы. Построение кратчайших путей /Лек/                    | 3 | 2  | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Взвешенные графы. Минимальное остовное дерево. Алгоритмы Прима и Краскала построения минимального остовного дерева. Поиск кратчайшего маршрута в графе. Алгоритмы Дейкстры и Беллмана – Мура построения кратчайшего пути в связном ориентированном нагруженном графе. Алгоритм Флойда.  |
| 2.2 | Минимальное остовное дерево. Кратчайшие пути в нагруженных графах /Пр/ | 3 | 2  | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Взвешенные графы. Минимальное остовное дерево. Алгоритмы Прима и Краскала построения минимального остовного дерева. Поиск кратчайшего маршрута в графе. Алгоритмы Дейкстры и Беллмана – Мура построения кратчайшего пути в связном ориентированном нагруженном графе. Алгоритм Флойда.  |
| 2.3 | Кратчайшие пути на графах /Лаб/  | 3 | 2  | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Взвешенные графы. Минимальное остовное дерево. Алгоритмы Прима и Краскала построения минимального остовного дерева. Поиск кратчайшего маршрута в графе. Алгоритмы Дейкстры и Беллмана – Мура построения кратчайшего пути в связном ориентированном нагруженном графе. Алгоритм Флойда.  |
| 2.4 | Потоки в сетях /Лек/   | 3 | 2  | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Сетевой график. Правила построения сетевых графиков. Поток транспортной сети. Теорема Форда Фалкерсона. Построение максимального потока транспортной сети.  |
| 2.5 | Потоки в сетях. Сетевой график /Пр/                                    | 3 | 2  | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Сетевой график. Правила построения сетевых графиков. Поток транспортной сети. Построение увеличивающей цепи. Теорема Форда Фалкерсона. Построение максимального потока транспортной сети.   |
| 2.6 | Потоки в сетях. Сетевой график /Лаб/                                   | 3 | 2  | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Сетевой график. Правила построения сетевых графиков. Поток транспортной сети. Алгоритм Форда Фалкерсона построения максимального потока транспортной сети.  |

|     |  |   |    |               |  |
|-----|--|---|----|---------------|--|
| 2.7 | Взвешенные графы /Ср/                                    | 3 | 20 | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Взвешенные графы. Минимальное остовное дерево. Алгоритмы Прима и Краскала построения минимального остовного дерева. Поиск кратчайшего маршрута в графе. Алгоритмы Дейкстры и Беллмана – Мура построения кратчайшего пути в связном ориентированном нагруженном графе. Алгоритм Флойда.<br>Сетевой график. Правила построения сетевых графиков. Поток транспортной сети. Теорема Форда Фалкерсона. Построение максимального потока транспортной сети. |
|     | <b>Двудольные графы</b>                                  |   |    |               |  |
| 3.1 | Двудольные графы. Система различных представителей /Лек/ | 3 | 4  | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Двудольные графы. Теорема Кенига. Максимальные паросочетания. Количество ребер в максимальном паросочетании. Система различных представителей. Теорема Холла.<br>Венгерский алгоритм построения максимального паросочетания. Построение оптимального паросочетания во взвешенном двудольном графе. Задача о назначениях.   |
| 3.2 | Двудольные графы /Пр/                                    | 3 | 2  | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Двудольные графы. Теорема Кенига. Максимальные паросочетания. Количество ребер в максимальном паросочетании. Система различных представителей. Теорема Холла.<br>Венгерский алгоритм построения максимального паросочетания. Матрица весов двудольного нагруженного графа. Построение оптимального паросочетания во взвешенном двудольном графе. Задача о назначениях.   |
| 3.3 | Двудольные графы /Лаб/                                   | 3 | 2  | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Двудольные графы. Максимальные паросочетания. Система различных представителей. Теорема Холла.<br>Венгерский алгоритм построения максимального паросочетания. Матрица весов двудольного нагруженного графа. Построение оптимального паросочетания во взвешенном двудольном графе. Задача о назначениях.  |
| 3.4 | Двудольные графы /Ср/                                    | 3 | 14 | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Двудольные графы. Теорема Кенига. Максимальные паросочетания. Количество ребер в максимальном паросочетании. Система различных представителей. Теорема Холла.<br>Венгерский алгоритм построения максимального паросочетания. Матрица весов двудольного нагруженного графа. Построение оптимального паросочетания во взвешенном двудольном графе. Задача о назначениях.   |
|     | <b>Раскраски графов</b>                                  |   |    |               |  |
| 4.1 | Раскраска графа. Хроматическое число графа /Лек/         | 3 | 2  | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Раскраски графов. Хроматическое число графа. Графы с малым хроматическим числом.<br>Алгоритмы построения оптимальных раскрасок. Хроматическое число планарного графа. Теорема Хивуда о пяти красках.   |

|     |       |   |    |               |   |
|-----|-------|---|----|---------------|---|
| 4.2 | /Пр/  | 3 | 2  | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Раскраски графов. Хроматическое число графа. Графы с малым хроматическим числом.<br>Алгоритмы построения оптимальных раскрасок. Жадный алгоритм раскрашивания. Алгоритм последовательного раскрашивания. Алгоритм раскраски графа, основанный на битовых операциях над матрицей смежности. Хроматическое число планарного графа.                                |
| 4.3 | /Лаб/ | 3 | 2  | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Раскраски графов. Хроматическое число графа.<br>Алгоритмы построения оптимальных раскрасок. Жадный алгоритм раскрашивания. Алгоритм последовательного раскрашивания. Алгоритм раскраски графа, основанный на битовых операциях над матрицей смежности. Хроматическое число планарного графа. Теорема Хивуда о пяти красках.                                     |
| 4.4 | /Ср/  | 3 | 12 | Л1.1 Л1.2Л2.1 | Раскраски графов. Хроматическое число графа. Графы с малым хроматическим числом.<br>Алгоритмы построения оптимальных раскрасок. Жадный алгоритм раскрашивания. Алгоритм последовательного раскрашивания. Алгоритм раскраски графа, основанный на битовых операциях над матрицей смежности. Хроматическое число планарного графа. Теорема Хивуда о пяти красках. |

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 5.1. Типовые задания для проведения текущего контроля

Тематика и содержание лабораторных работ

Лабораторная работа №1 «Основные понятия теории графов»

1. Изобразить данный неориентированный граф  $G=(V, E)$  и найти:

- степени вершин;
- матрицы смежности и инцидентности;
- диаметр, радиус и центры графа.
- маршрут, цепь, простую цепь, цикл, простой цикл.

2. Построить графическое изображение графа

- по матрице смежности;
- по матрице инцидентности

3. Установить, изоморфны или нет графы, изображенные на рисунке

4. Построить плоское изображение,  $G=(V, E)$  если это возможно. Указать количество ребер, вершин и граней, проверить формулу Эйлера.

5. Проверить, является ли эйлеровым граф  $G=(V, E)$  (если нет, то достроить его до эйлерова) и найти в нем эйлеров цикл.

6. Существует ли гамильтонов путь для графа, изображенного на рисунке? Проверить достаточные условия гамильтоновости графа.

7. Решить следующую задачу, используя теорию графов.

Четыре мальчика – Майк, Джон, Серж и Фрэнк – прилетели на конкурс юных математиков из четырех различных стран: США, Англии, Франции и Канады. Узнай, кто из какой страны, если:

Фрэнк и Майк не из США;

Джон, Серж и житель Канады уже встречались раньше;

Из Франции прилетел не Джон и не Фрэнк;

Ребята из Англии и Франции решили вместе с Майком все конкурсные задачи.

Лабораторная работа № 2 «Кратчайшие пути на взвешенных графах»

1. Для графа  $G$ , заданного матрицей весов, построить минимальный по весу остов и с помощью алгоритмов Прима и Краскала. Сравнить полученные минимальные остовы.

2. Найти кратчайший путь между заданными вершинами в нагруженном связном ориентированном графе.

3. По заданной матрице весов графа  $G$  найти величину минимального пути и сам путь от вершины  $s = x_1$  до вершины  $t = x_6$  или  $t = x_7$  по алгоритму Дейкстры, а затем величину максимального пути и сам путь между теми же вершинами.

4. По заданной матрице весов графа  $G$  найти минимальный путь по алгоритму Беллмана – Мура между начальной вершиной  $x_1$  и конечной вершиной  $x_6$  и  $x_7$ :

5. По изображению взвешенного графа  $G$  найти кратчайшие пути между всеми парами вершин по алгоритму

Флойда.

Лабораторная работа №3 «Потоки в сетях. Сетевой график»

1. Найти максимальный поток между вершинами  $s$  и  $t$  в транспортной сети с ориентированным графом  $G = (V, E)$ .
2. По данной матрице пропускных способностей дуг графа  $G$  найти максимальный поток от вершины  $x_1$  до вершины  $x_7$
3. По данному перечню работ и их взаимной последовательности построить сетевой график, определить критический срок, ранние и поздние сроки свершения событий, резервы времени событий, ранние и поздние сроки начала и окончания всех работ, а также полные и свободные резервы времени всех работ.
4. Издатель имеет контракт с автором на издание его книги. Ниже представлена последовательность (упрощенная) процессов, приводящая к реализации проекта издания книги. Необходимо разработать сеть для этого проекта и посчитать наименьшее время издания книги, а также ранние и поздние сроки начала и окончания всех работ, а также полные и свободные резервы времени всех работ.

Столбец «Предшествующий процесс» заполнить самостоятельно, исходя из жизненной логики.

Процесс Предшествующий процесс  
Длительность (в неделях)

|   |   |  |
|---|---|--|
| A: Прочтение рукописи редактором                              | 1 |  |
| B: Пробная верстка отдельных страниц книги                    | 3 |  |
| C: Разработка обложки книги                                   | 3 |  |
| D: Подготовка иллюстраций                                     | 3 |  |
| E: Просмотр автором редакторских правок и сверстанных страниц | 2 |  |
| F: Верстка книги (создание макета книги)                      | 3 |  |
| G: Проверка автором макета книги                              | 4 |  |
| H: Проверка автором иллюстраций                               | 2 |  |
| I: Подготовка печатных форм                                   | 2 |  |
| J: Печать и брошюровка книги                                  | 4 |  |

Лабораторная работа №4 «Двудольные графы»

1. В данном двудольном графе найти совершенное паросочетание. Если его нет, то указать получившееся максимальное паросочетание.
2. В двудольном графе, заданном матрицей весов, найти максимальное паросочетание минимального веса (проверить выполнение условий теоремы Холла).
3. Для указанных множеств найти систему различных представителей
4. Оплата труда работника  $i$  на рабочем месте  $j$  определяется коэффициентом  $a_{ij}$ . Найти оптимальное назначение минимальной суммы оплаты труда и суммарные затраты на производство.

Лабораторная работа №5 «Раскраски графов»

1. Найдите хроматическое число и оптимальную раскраску графа  $G=(V, E)$ .
2. Найдите хроматическое число и оптимальную раскраску графа, изображенного на рисунке, используя жадный алгоритм.
3. Найдите хроматическое число и оптимальную раскраску графа основанный на битовых операциях над матрицей смежности. Проверить результат, изобразив граф

## 5.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации

Теоретические вопросы для подготовки к зачету

1. Основные понятия теории графов. Задачи, послужившие основой теории графов.
2. Ориентированные и неориентированные графы. Изоморфизм графов.
3. Способы задания графов. Метрические характеристики графа.
4. Деревья и леса.
5. Плоские графы. Формула Эйлера для плоских графов.
6. Основные примеры неплоских графов. Существование у плоского графа вершин малых степеней.
7. Теорема Фари.
8. Эйлеровы графы. Построение эйлеровых циклов. Обход ребер графа по одному разу в обоих направлениях.
9. Гамильтоновы графы. Достаточные условия гамильтоновости графа.
10. Взвешенные графы. Минимальное остовное дерево и алгоритмы его построения.
11. Кратчайшие пути на графах. Алгоритмы Декстры и Беллмана- Мура.
12. Кратчайшие пути между всеми парами вершин графа. Алгоритм Флойда.
13. Потоки в сетях. Построение максимального потока транспортной сети.
14. Сетевой график. Правила построения сетевых графиков.
15. Двудольные графы. Теорема Кенига.
16. Максимальные паросочетания. Количество ребер в максимальном паросочетании.
17. Венгерский алгоритм построения максимального паросочетания.
18. Построение оптимального паросочетания во взвешенном двудольном графе. Задача о назначениях.
19. Система различных представителей. Теорема Холла.
20. Раскраски графов. Хроматическое число графа. Графы с малым хроматическим числом.



|     |  |
|-----|--|
| 21. | Алгоритмы построения оптимальных раскрасок.                          |
| 22. | Хроматическое число планарного графа. Теорема Хивуда о пяти красках. |

### 5.3. Перечень видов оценочных средств

Работа на практических занятиях  
Фронтальные опросы  
Лабораторные работы и отчет по ним  
Тестирование  
Зачет

### 5.4. Процедура применения оценочных материалов

Промежуточная аттестация может проводиться с применением электронного обучения и (или) дистанционных образовательных технологий в соответствии с «Порядком проведения промежуточной аттестации с применением электронного обучения и /или дистанционных образовательных технологий».

Проведение экзамена с применением дистанционных образовательных технологий может проходить по следующим процедурам:

- в форме устного собеседования преподавателя со студентом по предложенным вопросам к экзамену (без предварительной подготовки к конкретному вопросу в период проведения экзамена),
- в виде решения обучающимся уникального кейс-задания,
- в виде защиты индивидуального учебного проекта;
- в виде решения обучающимися экзаменационных тестовых заданий (с ограничением по времени выполнения);
- в виде электронного портфолио обучающегося.

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, работ. Для активизации работы студентов в течение семестра и лучшего усвоения дисциплины предусмотрена балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов.

Балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов:

Максимальное количество (100 баллов) распределяется по следующей схеме:

- максимальное число баллов, набранных студентом в течение семестра, составляет – 70;
- максимальное число баллов за промежуточную аттестацию (экзамене) – 20.

1. В течение семестра баллы распределяются следующим образом:

1. Посещение занятий (до 10 баллов)
2. Выполнение и отчет по лабораторным работам (до 10 баллов за каждую)
3. Тестирование
4. Бонусы за работу на занятиях (до 10 баллов)

Критерии и показатели оценивания при собеседовании на экзамене:

- содержательность и четкость ответа;
- владение материалом различной степени сложности;
- знание основных понятий и методов многомерной геометрии;
- понимание основных теорем и умение их доказывать;
- применении алгоритмов многомерной геометрии к решению задач.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители       | Заглавие  | Издательство, год<br>(кол-во экземпляров<br>для печатных изданий) | Ссылка на<br>электронное издание  |
|------|---------------------------|---|---|---|
| Л1.1 | Костюкова Н.              | Графы и их применение                           | , 2016  | <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429066">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429066</a> |
| Л1.2 | Гладких О.Б., Белых О. Н. | Основные понятия теории графов: учебное пособие | ЕлецЕГУ им. И.А. Бунина, 2011                                     | <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=272065">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=272065</a> |

#### 6.1.2. Дополнительная литература

|      |                     |  |   |   |
|------|---------------------|--|---|---|
|      | Авторы, составители | Заглавие                               | Издательство, год<br>(кол-во экземпляров<br>для печатных изданий) | Ссылка на<br>электронное издание  |
| Л2.1 | Жигалова Е. Ф.      | Дискретная математика: учебное пособие | Томск: Эль Контент,<br>2014                                       | <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480497">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480497</a> |

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

|    |   |
|----|---|
| Э1 | Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»  |
| Э2 | Обучающая среда на платформе Moodle (Интернет-сайт поддержки электронного обучения в ТПУ им. Л.Н. Толстого) |

### 6.3. Информационные технологии

#### 6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

|    |  |
|----|--|
| 1. | Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian. Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.   |
| 2. | Операционная система Microsoft Windows 10 Professional Russian. Контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 г.   |
| 3. | Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian. Лицензия №46138962 от 16.11.2009   |
| 4. | Комплексная система антивирусной защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License. Лицензия № 13С8-190514-084943-783-1256 от 15.05.2019 |
| 5. | Среда программирования и набор инструментов для программирования. MinGW 0.6.3 Свободно распространяемое ПО   |

#### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

|    |   |
|----|---|
| 1. | Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования ( <a href="http://fgosvo.ru">http://fgosvo.ru</a> ) |
| 2. | Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» ( <a href="http://www.ict.edu.ru">http://www.ict.edu.ru</a> )        |

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Ауд.  | Назначение                             | Оборудование и технические средства обучения   | Вид     |
|-------|--|--|---------|
| 4-304 | Лекционная с мультимедийным комплексом | доска учебная, проектор, стол преподавателя, столы учебные, стул преподавателя, экран  | Лек     |
| 4-302 | Учебная аудитория                      | доска учебная, проектор, стол преподавателя, столы учебные, стул преподавателя, экран  | Пр      |
| 4-322 | Учебная аудитория                      | доска учебная, стол преподавателя, столы учебные, стул преподавателя   | Пр      |
| 4-301 | Лекционная                             | доска учебная, стол преподавателя, столы учебные   | Лек     |
| 4-305 | Компьютерный класс                     | аудиоколонки для проектора и интерактивной доски, аудиоколонки учебные, интерактивная доска, компьютеры, кондиционер, маркерная доска, проектор, столы компьютерные, столы учебные   | Лаб     |
| 4-302 | Учебная аудитория                      | доска учебная, проектор, стол преподавателя, столы учебные, стул преподавателя, экран  | Лаб     |
| 4-338 | Учебная аудитория                      | аудиоколонки, доска учебная, кондиционер, проектор, сабвуфер, стол преподавателя, столы учебные, стул преподавателя, экран настенный   | Пр      |
| 4-324 | Учебная аудитория                      | доска учебная, стол преподавателя, столы учебные, стул преподавателя   | Экзамен |
| 4-303 | Помещение для самостоятельной работы   | аудиоколонки, кондиционер, маркерная доска, столы компьютерные, столы учебные, компьютерная техника с возможностью подключения сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета | Ср      |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью дисциплины знакомство с фундаментальными понятиями и математическим аппаратом теории графов; изучение основных задач теории графов и методов их решения, формирование навыков применения графовые модели для решения прикладных задач

В курсе предусмотрено проведение лекционных и практических занятий, выполнение лабораторных работ, что способствует лучшему и углубленному освоению теоретического материала.

Для успешного освоения содержания дисциплины необходимо посещать лекции, принимать активное участие в работе на практических занятиях, а также выполнять задания, предлагаемые преподавателем для самостоятельного изучения.

На лекционных занятиях необходимо конспектировать изучаемый материал. Для систематизации лекционного материала, который будет полезен при подготовке к итоговому контролю знаний, записывайте на каждой лекции тему, вопросы для изучения, рекомендуемую литературу. В каждом вопросе выделяйте главное, обязательно выделяйте ключевые моменты.

Перед следующей лекцией обязательно прочитайте предыдущую, чтобы актуализировать знания и осознанно приступить к освоению нового содержания.

Практическое занятие – это форма работы, где студенты максимально активно участвуют в обсуждении темы. Темы практических занятий представлены в рабочей программе дисциплины. В процессе изучения темы анализируйте несколько источников. Полезным будет работа с электронными учебниками и учебными пособиями в Internet-библиотеках. Зарегистрируйтесь в них: университетская библиотека Онлайн (<http://www.biblioclub.ru/>), электронно-библиотечная система «Юрайт» ([www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)) и электронно-библиотечная система «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).

Самостоятельная работа по дисциплине – неотъемлемая часть процесса профессиональной подготовки, позволяющая систематизировать теоретические знания, сформировать необходимые умения, овладеть основными навыками. При изучении дисциплины не все вопросы рассматриваются на лекциях и семинарских занятиях, часть вопросов рекомендуется преподавателем для самостоятельного изучения.

Для успешного освоения дисциплины учебной программой предусмотрено выполнение 5 лабораторных работ, включающих основные положения теории

При возникновении трудностей в процессе подготовки и выполнения лабораторных работ взаимодействуйте с преподавателем, консультируйтесь по самостоятельному изучению темы.

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий, а также выполнения обучающимися лабораторных работ.

Для активизации работы студентов в течение семестра и лучшего усвоения дисциплины предусмотрена балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов.