

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ
КАФЕДРА АЛГЕБРЫ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной

программы Бор М.С. Нирова

«12» апреля 2023 г.



ТВЕРЖДАЮ

Директор ИФ и М

Б.Н. Кунижев

«12» апреля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ТЕОРИЯ ГРАФОВ»

(код и наименование дисциплины)

Программа специалитета

01.05.01 Фундаментальная математика и механика

(код и наименование программы специалитета)

Направленность (профиль)

Фундаментальная математика

(наименование направленности (профиля))

Квалификация (степень) выпускника

специалист

Форма обучения

(очная)

Нальчик 2023

Рабочая программа дисциплины «Теория графов» /сост. Токбаева А.А. – Нальчик: КБГУ, 2023.

Рабочая программа дисциплины «Теория графов» предназначена для студентов очной формы обучения по программе специалитета 01.05.01 Фундаментальные математика и механика, профиль «Фундаментальная математика» 6 семестра, 3 курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 01.05.01 Фундаментальные математика и механика (уровень специалитета), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 10.01.2018г. №16 (зарегистрировано в Минюсте РФ 6 февраля 2018г. № 49943).

Содержание

1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	4
3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины.	4
4. Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	8
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков.....	19
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	20
7.1. Нормативно-законодательные акты	20
7.2. Основная литература.....	20
7.3. Дополнительная литература	21
7.4. Периодические издания	21
7.5. Интернет-ресурсы.....	21
7.6. Методические рекомендации по изучению дисциплины.....	23
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	28
Лист изменений (дополнений)	30
Приложения	

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели дисциплины:

- Получение базовых знаний по основным типам графов, матричное представление графов, геометрическая реализация графов, маршруты на графах, компоненты связности, цикломатическое число графа;
- Формирование умений и навыков по использованию аппарата теории графов и матриц;
- Развитие логического и геометрического мышления, характерного для теории графов, обращая внимание студентов на свойство дискретности графов;
- Формирование навыков владения современными методами анализа научной и научно-методической литературы;
- Формирование умений иллюстрировать теоретические положения теории графов соответствующими примерами;
- Формирование способности применять методы теории графов при решении нестандартных задач.

Задачи дисциплины:

- Изучение основных понятий, определений и утверждений теории графов;
- Изучение приложений теории графов;
- Приобретение навыков решения задач по теории графов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Теория графов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной образовательной программы по программе специалитета 01.05.01 Фундаментальная математика и механика, профиль «Фундаментальная математика».

В данной дисциплине излагаются основные разделы теории графов. Современные исследования в теории графов охватывают очень большую и бурно развивающуюся область математики.

В результате изучения данной дисциплины студент должен научиться применять аппарат теории графов, применять матричный аппарат при дискретном представлении графов, у него должен выработаться навык применять полученные знания в различных областях науки..

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины.

В совокупности с другими дисциплинами профиля «Фундаментальная математика» дисциплина «Теория графов» направлена на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО 3++ и ОПОП ВО по программе специалитета 01.05.01 Фундаментальная математика и механика:

Профессиональные компетенции специальности (ПКС):

- **ПКС-4.** Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках

Индикаторы достижимости компетенции ПКС-4:

- **ПКС-4.1.** Способен решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики.

- **ПКС-4.2.** Способен применять методы математического моделирования в естественных науках.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- определения основных понятий теории графов и логических связей между ними;
- основные теоремы теории графов и типы графов;
- критерий плоской реализации графов;
- алгоритмы обходов на графах: построение эйлера и гамильтонова циклов, кратчайшего пути в графе и др.
- различные приложения теории графов.

Уметь:

- применять теоретические знания при решении задач с графами
- находить матрицу смежности и инцидентности графа;
- определить изоморфизм графов и кратчайший пути в графах.
- проводить операции с частями графа;
- применять простейшие алгоритмы для решения конкретных задач.

Владеть:

- методами решения задач в теории графов;
- алгоритмами построения эйлеровых и гамильтоновых циклов;
- различными методами нахождения кратчайшего пути в графе.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля) Содержание разделов дисциплины

Таблица 1. Содержание разделов дисциплины «Теория графов», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4	5
1.	Основные понятия теории графов	Исторический обзор возникновения и развития теории графов. Графы, их вершины, ребра и дуги. Изображение графов. Типы графов. Подграфы. Операции над графами. Степени вершин графа. Теоремы о степенях и ребрах графа.	ПКС-4	УО, РК, К
2.	Матричное представление графов. Методы определения расстояний в графе.	Матрица смежности и инцидентности графов. Матрица достижимости, расстояний и Кирхгофа. Методы определения расстояний в графе: волновой метод и метод редукции индекса.	ПКС-4	УО, РК, К
3.	Маршруты, цепи и циклы. Деревья	Маршруты, цепи и циклы на графах. Связность. Компоненты связности. Метрические характеристики графа. Деревья и	ПКС-4	УО, РК, К

		их свойства. Теорема Кэли о числе помеченных деревьев.		
4.	Плоские, эйлеровы и гамильтоновы графы	Плоские и планарные графы. Эйлеровы и гамильтоновы графы. Теорема Эйлера. Критерий планарности Понтрягина – Куратовского	ПКС-4	УО, РК, К

В графе 5 приводятся планируемые формы текущего контроля: коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), устный опрос (УО).

На изучение курса отводится 108 часов (3 з.е.), из них: контактная работа 30 ч., в том числе лекционных – 15 часов; практических (семинарских) – 15 часов; самостоятельная работа студента - 78 часов; завершается зачетом - 9 часов.

Структура дисциплины «Теория графов »

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	6 семестр	Всего
Общая трудоемкость	108	108
Аудиторная работа:	30	30
<i>Лекции (Л)</i>	15	15
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	15	15
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:	78	78
Самостоятельное изучение разделов	51	51
Контрольная работа (КР)	18	18
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	Зачет	Зачет

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
-------	------

1	<p>Понятие графа. Типы графов. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – раскрыть понятие графа. Изучить простейшие типы графов: простой, полный, псевдограф, мультиграф, двудольный и многодольный графы, звезда, колесо, регулярный граф и др.</p>
2	<p>Теоремы о степенях вершин графа. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – раскрыть понятие степени вершины графа. Доказать теоремы о степенях вершин графа и орграфа, о числе ребер полного графа. Научить использовать данные теоремы при решении задач.</p>
3	<p>Подграфы. Операции над графами. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – дать определение понятия подграфа, а также изучить операции над графами. Раскрыть суть операций над графами: удаление и расщепление вершин, добавление ребра, стягивание ребра и др. Научить выделять подграфы из заданного графа и выполнять операции над графами.</p>
4	<p>Матричное представление графов. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – рассмотреть матричные способы задания графа. Ознакомить с особенностями построения матриц смежности, инцидентности и достижимости графов.</p>
5	<p>Методы определения расстояний в графе. <i>Цель и задачи</i> – рассмотреть методы определения расстояний в графе: волновой метод и метод редукции индекса.</p>
6	<p>Изоморфизм графов. Свойства. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – дать определение изоморфных графов и сформулировать их свойства. Сформулировать и доказать теорему о числе неизоморфных графов. Научить выделять изоморфные графы из совокупности графов, пользуясь определением и свойствами изоморфных графов.</p>
7	<p>Маршруты, цепи и циклы. <i>Цель и задачи</i> – ознакомить с различными видами маршрутов на графах. Изучить Эйлеровы циклы на графах.</p>
8	<p>Теоремы о деревьях <i>Цель и задачи</i> – раскрыть понятие дерева. Изучить свойства деревьев.</p>
9	<p>Маршруты, цепи и циклы. Пример. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – изучить понятия маршруты, цепи и циклы в ориентированных и неориентированных графах. Научить на примерах выделять в графах маршруты, цепи и циклы.</p>
10	<p>Связность, компоненты связности графа. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – изучить связные и несвязные графы, компоненты и область связности графа. Научить выделять в графе компоненты связности и мост.</p>
11	<p>Деревья. Теоремы о числе вершин дерева и о висячих вершинах дерева. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – изучить понятие дерево и связанные с ним теоремы. Сформулировать и доказать теорему о числе ребер дерева и теорему Кэли. Научить изображать дерево и лес с заданными условиями.</p>
12	<p>Плоские и планарные графы. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – изучить понятия плоского и планарного графов. Научить их изображать и определять является ли заданный граф плоским или планарным.</p>
13	<p>Эйлеровы графы. Теорема Эйлера. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – изучить эйлеровы графы. Сформулировать и доказать теорему Эйлера. Научить строить эйлеровый граф, а также определять является ли заданный граф эйлеровым.</p>
14	<p>Гамильтоновы графы. Теоремы. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – изучить гамильтонов графы. Научить строить гамильтонов граф, а также определять является ли заданный граф гамильтоновым.</p>

Таблица 4. Практические занятия

№ п/п	Тема
1	Основные понятия теории графов. Изображение графов. Типы графов. Примеры.
2	Матрица смежности графа.
3	Матрица инцидентности графа.
4	Матрицы достижимости и Кирхгофа.
5	Методы определения расстояний в графе: волновой метод и метод редукции индекса
5	Ориентированные графы.
7	Подграфы. Операции над графами.
8	Изоморфизм графов. Свойства.
9	Степени вершин графа. Теоремы о степенях и ребрах графа.
10	Маршруты, цепи и циклы. Пример.
11	Связность, компоненты связности графа.
12	Плоские и планарные графы.
13	Эйлеровы и гамильтоновы графы.
14	Дерево. Лес.

Таблица 5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Регулярные графы
2	Решение задачи Эйлера о шахматном коне.
3	Теорема Кэли о числе помеченных деревьев.
4	Теоремы о шести и о пяти красках, гипотеза о четырех красках. Точный и приближенные алгоритмы раскрашивания графа.
5	Задача коммивояжера
6	Алгоритмы Краскала и Дейкстры.
7	Графы с весами. Задача о кратчайшем соединении.
8	Хроматическое число планарных графов.

5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация.**

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля. Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Теория графов» и включает: ответы на теоретические вопросы на практике, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

5.1.1. Вопросы по темам дисциплины «Теория графов» (контролируемая компетенция ПКС-4)

Тема 1. Основные понятия теории графов

1. Исторический обзор возникновения и развития теории графов.
2. Графы, их вершины, ребра и дуги.
3. Изображение графов. Типы графов.
4. Подграфы. Операции над графами.
5. Степени вершин графа. Теоремы о степенях и ребрах графа.

Тема 2. Матричное представление графов. Методы определения расстояний в графе.

1. Матрица смежности и инцидентности графов.
2. Матрица достижимости, расстояний и Кирхгофа.
3. Методы определения расстояний в графе: волновой метод и метод редукции индекса.

Тема 3. Маршруты, цепи и циклы. Деревья.

1. Маршруты, цепи и циклы на графах.
2. Связность. Компоненты связности.
3. Метрические характеристики графа.
4. Деревья и их свойства
5. Теорема Кэли о числе помеченных деревьев.

Тема 4. Плоские, эйлеровы и гамильтоновы графы

1. Плоские и планарные графы.
2. Эйлеровы и гамильтоновы графы. Теорема Эйлера.
3. Критерий планарности Понтрягина – Куратовского.

Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний студентов по дисциплине «Теория графов». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения. При оценке ответа студента следует руководствоваться следующими критериями, учитывать:

- полноту и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале:

2 балла, ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определение понятий;

- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно.

1 балл, ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

0 баллов, ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы «1», «0,5» могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия.

5.1.2. Оценочные материалы для выполнения сообщений (докладов) по дисциплине «Теория графов» (контролируемая компетенция ПКС-4):

Сообщение (доклад) – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы

Примерные темы докладов по дисциплине «Теория графов»

1. Изоморфизм графов. Верхняя оценка числа неизоморфных графов и q ребрами.
2. Геометрическая реализация графов. Критерий плоской реализации. Теорема Понтрягина – Куратовского.
3. Деревья и их свойства.
4. Цикломатическое число графа. Теорема Эйлера о многоугольных графах.
5. Теорема об автоморфизмах графа и его дополнения.
6. Маршруты на графах. Компоненты связности.
7. Метрические характеристики графа
8. Графы и задача о потоках.
9. Раскраски графов. Теоремы.
10. Методы нахождения кратчайшего пути в графах

Методические рекомендации по написанию доклада

Доклад – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Изложенное понимание доклада как целостного авторского текста определяет критерии его оценки: новизна текста; обоснованность выбора источника; степень раскрытия сущности вопроса; соблюдения требований к оформлению.

Требования к докладу:

Общее время доклада (сообщения) не должно превышать более 15 минут.

Критерии оценки доклада:

«отлично» (3 балла) ставится, если обучающийся проявил инициативу, творческий подход, способность к выполнению сложных заданий, организационные способности. Отмечается способность к публичной коммуникации. Доклад представлен в срок.

«хорошо» (2 балл) – обучающийся достаточно полно, но без инициативы и творческих находок выполнил возложенные на него задачи. Доклад представлен достаточно полно и в срок, но с некоторыми недоработками

«удовлетворительно» (1 балл) – обучающийся выполнил большую часть возложенной на него работы. Допущены существенные отступления. Доклад представлен со значительным опозданием (более недели). Отсутствуют отдельные фрагменты.

«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции» (0 баллов) – обучающийся не выполнил свои задачи или выполнил лишь отдельные несущественные поручения. Доклад не представлен.

5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля. Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится **три таких контрольных мероприятия по графику.**

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре течения учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

Контрольная работа. Контрольная работа – письменная работа небольшого объема, предполагающая проверку знаний заданного к изучению материала и навыков его практического применения. Проводится три раза в течение изучения дисциплины (семестр) в часы аудиторной работы. Не менее чем за 1 неделю до контрольной работы, преподаватель должен определить студентам исходные данные для подготовки: назвать разделы (темы, вопросы), по которым будут контрольные задания, теоретические источники для подготовки.

Контрольные работы могут состоять из одного или нескольких заданий практического и теоретического содержания. При выполнении контрольной работы пользоваться конспектами лекций, учебниками, задачками не разрешено. Длительность решения контрольных заданий составляет не более 90 минут.

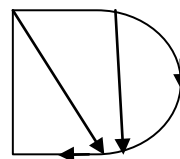
5.2.1. Оценочные материалы для контрольной работы (контролируемая компетенция ПКС-4).

Типовые варианты контрольных работ:

6 семестр

Вариант 1

1. Составить матрицу инцидентности



2. Построить простой граф с 6 вершинами, имеющий наибольшее число ребер.

$$\frac{n(n-1)}{2}$$

3. Доказать, что в полном графе с n - вершинами $\frac{n(n-1)}{2}$ ребер.

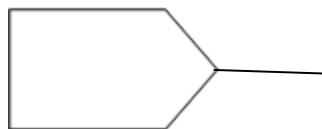
Вариант 2

1. Дана матрица смежности графа. Найти центр графа. Используя матрицу смежности, рассчитать общее число путей длиной 1, 2, 3, 4, 5, 6. Матрица смежности:

$$A(G) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

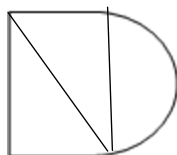
2. Изобразите полный граф с 4 вершинами.
3. Найдется ли граф с 5-вершинами, степени которого все различны между собой?

Вариант 3



1. Для заданного графа найти маршрут длины 4, цепь, простую цепь, цикл и простой цикл.
2. К простому графу с 6 ребрами добавлены 3 концевых ребра и 5 петель. Найти сумму степеней всех вершин полученного графа.
3. Найти спектр графа, заданного матрицей $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 \\ 1 & 5 & 1 \\ 3 & 1 & 1 \end{pmatrix}$.

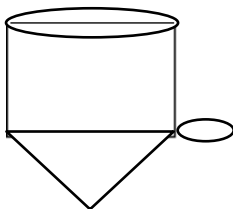
Вариант 4



1. Составить матрицу смежности графа
2. Построить все мультиграфы с четырьмя вершинами и четырьмя ребрами.
3. Найти сумму степеней всех вершин графа Петерсена.

Вариант 5

1. Найти ранг графа



2. Привести пример эйлера и гамильтонова графа.
3. Найти метрические характеристики графа кенигсбергских мостов.

Критерии формирования оценок по контрольным точкам (контрольные работы)

5 баллов - правильно выполнены все задания, продемонстрирован высокий уровень владения материалом, проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

4 балла - правильно выполнена большая часть заданий, присутствуют незначительные ошибки, продемонстрирован хороший уровень владения материалом, проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

3 балла - задания выполнены более чем наполовину, присутствуют серьезные ошибки, продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом, проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

2 балла - задания выполнены менее чем наполовину, продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом, проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

1 балл - дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса существенными ошибками в определениях.

0 баллов - при полном несоответствии всем критериям и отсутствии ответа.

5.2.2. Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине «Теория графов» (контролируемая компетенция ПКС -4):

Полный перечень тестовых заданий представлен в ЭОИС -

<http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=1214>

Тест – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента. Тестирование проводится три раза в течение изучения дисциплины (семестр). Не менее, чем за 1 неделю до тестирования, преподаватель должен определить студентам исходные данные для подготовки к тестированию: назвать разделы (темы, вопросы), по которым будут задания в тестовой форме, теоретические источники (с точным указанием разделов, тем, статей) для подготовки. Оценка результатов тестирования производится компьютерной программой, результат выдается немедленно по окончании теста.

1. Граф называется неориентированным, если ... не ориентировано

-: ни одно из ребер

-: хотя бы 1 ребро

+: каждое его ребро

-: хотя бы 2 ребра

2. Граф называется **###**, если он содержит как ориентированные, так и неориентированные ребра

+: смешанным

3. Вершина, не инцидентная никакому ребру, называется **###**

+: изолированной

4. Ориентированное ребро называют **###**

+: дугой

• •

5. • • Данный граф является

-: циклом

-: цепью

+: пустым

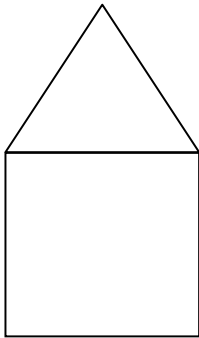
-: орграфом



6. Данный граф является

- +: циклом -: цепью -: пустым -: орграфом

7. Сколько ребер нужно провести, чтобы достроить граф до полного?



- +: 4 -: 2 -: 3 -: 1

8. Полный граф с 5 вершинами содержит ... ребер

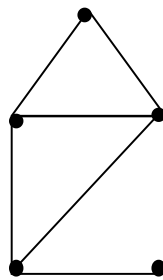
- +: 25 -: 12 -: 8 -: 107

9. Число остовных подграфов полного графа с 5 вершинами равно:

- +: 2048 -: 512 -: 1024 -: 1023

10. Если число ребер полного графа равно 15, то число его вершин равно:

- +: 5 -: 6 -: 7 -: 9



11. Сумма степеней вершин графа равна

- +: 12 -: 8 -: 14 -: 12

12. В графе кенигсбергских мостов наименьшая из степеней его вершин равна:

- +: 2 -: 3 -: 5 -: 6

13. Если вершина v графа не является ни изолированной и ни висячей, то ее степень $deg v$ удовлетворяет условию

$\therefore \deg v \leq 1$ $\therefore \deg v = 2$
 $\therefore \deg v \geq 2$ $\therefore \deg v \geq 3$

14. В ориентированном псевдографе с n висячими вершинами сумма отрицательных степеней вершин удовлетворяет условию:

$\therefore \sum_v \deg^- v \leq n+3$ $\therefore \sum_v \deg^- v \geq 4$
 $\therefore \sum_v \deg^- v \geq n+3$ $\therefore \sum_v \deg^- v \geq n+4$

15. Матрица смежности неориентированного (p, q) - графа является:

\therefore симметрической \therefore прямоугольной размера $(p \times q)$
 \therefore квадратной порядка q \therefore диагональной

16. В матрице смежности ориентированного (p, q) - графа строка, соответствующая изолированной вершине состоит из:

$\therefore q$ единиц $\therefore p$ нулей $\therefore q$ нулей $\therefore p$ единиц

17. Если графы $G(V, E)$ и $G'(V', E')$ изоморфны, то:

$\therefore |V| = |V'|$ \therefore не обязательно, чтобы $|E| = |E'|$ \therefore не обязательно $|V| = |V'|$

18. Цикл, содержащий все вершины и все ребра называется

\therefore гамильтоновым \therefore ориентированным
 \therefore неориентированным \therefore эйлеровым

19. Блок, содержащий только вершины степени 2 и две несмежные вершины степени 3 называется

\therefore плоским графом \therefore тэта-графом
 \therefore мостом \therefore подграфом

20. В каждом кубическом гамильтоновом графе существует, по крайней мере, ...остовных простых цикла

$\therefore 3$ $\therefore 4$ $\therefore 2$ $\therefore 5$

21. Наименьшее число вершин графа G , удаление которых приводят к несвязному или тривиальному графу называется

\therefore окружениям \therefore радиусом \therefore связностью

22. Связность $\chi(G)$, реберная связность $\lambda(G)$ и наименьшая степень графа $\delta(G)$ связаны неравенством

$\therefore \chi(G) \geq \delta(G)$ $\therefore \chi(G) \leq \lambda(G) \leq \delta(G)$
 $\therefore \chi(G) \geq \delta(G) \leq \lambda(G)$ $\therefore \lambda(G) > \chi(G)$

23. Число компонент связности связного графа с n вершинами равно:

$\therefore n$ $\therefore n-1$ $\therefore 1$ $\therefore 0$

24. Маршрут называется цепью, если

-: он состоит из n вершин

-: он состоит из n ребер

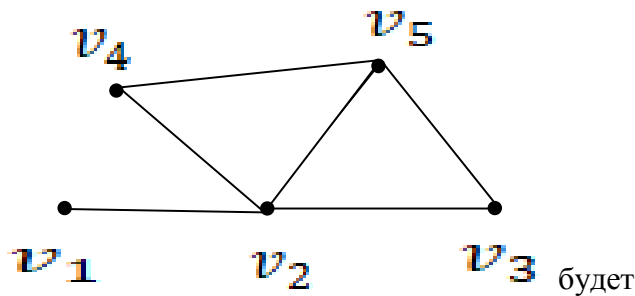
+: все его ребра различны

-: он содержит кратные ребра

25. Длина кратчайшей простой цепи, соединяющей две вершины графа называется ###

+: расстоянием

26. Цепью, но не простой цепью в графе



+: $v_1v_2v_5v_4v_2v_3$

-: $v_1v_2v_5v_4$

-: $v_1v_2v_5v_2v_3$

-: $v_2v_4v_5v_2$

27. Число ребер, инцидентных вершине v называется

-: расстоянием

-: окружением

+: ее степенью

-: обхватом

28. Цикломатическое число связного графа $G = (7,13)$ равно

-: 8

+: 7

-: 5

-: 4

29. Деревом называется связный граф, не содержащий ...

-: дуг

-: петель

-: ребер

+: циклов

30. Наибольший из эксцентриситетов вершин связного графа G называется...

+: диаметр

-: радиусом

-: эксцентриситетом

-: окружением

31. Дерево с 3 вершинами имеет ребер

+: 2

-: 3

-: 4

-: 5

32. Граф Γ называется ... степени k , если $[a]$ содержит точно k вершин для любой вершины a из Γ , т.е. $k_a = k$.

-: полным

-: простым

-: сильно регулярным

+: регулярным

Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:

По итогам выполнения тестовых заданий оценка производится по пятибалльной шкале.

5 баллов – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 89-100 % предложенных тестовых вопросов;

4 балла – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 70 –88 % от общего объема заданных тестовых вопросов;

3 балла – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 50 –69% от общего объема заданных тестовых вопросов;

2 балла – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 30-49 % от общего объема заданных тестовых вопросов.

1 балл – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 10 –29% от общего объема заданных тестовых вопросов;

0 баллов – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 10 % от общего объема заданных тестовых вопросов.

5.2.3. Оценочные материалы для проведения устного коллоквиума (контролируемая компетенция ПКС-4):

Рейтинговая точка №1

1. Графы. Основные понятия.
2. Типы графов.
3. Матричное представление графов.

Рейтинговая точка №2

4. Маршруты на графах. Компоненты связности.
5. Деревья и их свойства.
6. Теорема Кэли о числе помеченных деревьев.

Рейтинговая точка №3

1. Плоские и планарные графы.
2. Эйлеровы циклы. Примеры. Теорема Эйлера.
3. Гамильтоновы графы. Примеры. Теорема.
4. Критерий планарности Понтрягина – Куратовского.

Критерии формирования оценок по контрольным точкам (коллоквиум)

«отличный (высокий) уровень компетенции» (5 баллов) - ставится в случае, когда обучающийся демонстрирует знание теоретического материала на 100%;

«хороший (нормальный) уровень компетенции» (4 баллов) - ставится в случае, когда обучающийся демонстрирует знание теоретического материала на 70%;

«удовлетворительный (минимальный, пороговый) уровень компетенции» (3 балла) – ставится в случае, когда обучающийся затрудняется с правильной формулировкой теоретического материала, дает неполный ответ, демонстрирует знание теоретического материала на 50%;

«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции» (2 и менее баллов) – ставится в случае, когда обучающийся дает неверную формулировку теоретического материала, дает неверный ответ, демонстрирует незнание теоретического материала или знание материала менее чем на 40% задач.

5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации.

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Теория графов» в виде проведения зачета.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной и письменной форме. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

ВОПРОСЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЧЕТ (контролируемая компетенция ПКС-4)

1. Граф. Основные понятия теории графов.
2. Типы графов. Примеры.
3. Теорема о степенях вершин неориентированного графа.
4. Теорема о степенях вершин ориентированного графа.
5. Теорема о числе ребер полного графа.
6. Подграфы. Примеры.
7. Матрица смежности графа. Пример.
8. Матрица инцидентности графа. Пример.
9. Матрица достижимости и Кирхгофа. Пример.
10. Изоморфизм графов и его свойства.
11. Теорема о числе попарно неизоморфных графов с заданным числом рёбер.
12. Геометрическая реализация графов.
13. Плоские и планарные графы.
14. Подграф графа. Остовные подграфы. Критерий плоской реализации графа.
15. Маршруты на графах. Связность, компоненты связности.
16. Критерий планарности Понтрягина – Куратовского.
17. Эйлеровы графы. Пример. Теорема Эйлера.
18. Гамильтоновы графы. Пример. Теорема.
19. Деревья. Теорема о висячих вершинах дерева.
20. Деревья. Теорема о числе рёбер дерева. Следствия.
21. Теорема Кэли о числе помеченных деревьев.
22. Теорема о цикломатическом числе графа.

Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:

26-30 баллов – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 100% заданий;

21-25 баллов – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% заданий;

16-20 баллов – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и

одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% заданий;

0-15 баллов – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% заданий.

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Теория графов» в 6 семестре является зачет.

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из составляющих приложения 2.

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися

Критерии оценки качества освоения дисциплины.

Оценка «зачтено» - уровень знаний студента соответствует требованиям:

- студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано отвечает на поставленный вопрос, а также дополнительные вопросы, показывает высокий уровень теоретических знаний.

- студент показывает глубокие знания программного материала, грамотно его излагает, достаточно полно отвечает на поставленный вопрос и дополнительные вопросы, умело формулирует выводы. В тоже время при ответе допускает несущественные погрешности.

- студент показывает достаточные, но не глубокие знания программного материала; при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами. Для получения правильного ответа требуется уточняющие вопросы.

Оценка «не зачтено» - студент показывает недостаточные знания программного материала, не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускаются грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на поставленный вопрос или затрудняется с ответом.

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенций ПКС-4 представлены в таблице 7.

Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)	Вид оценочного материала, обеспечивающие формирование компетенций
ПКС-4 Способен активно участвовать в исследовании	Знать основные задачи и области применения методов математического моделирования	ИД-1_ПКС-4.1. Способен решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1.); Типовые оценочные материалы к

<p>НОВЫХ математических моделей в естественных науках</p>	<p>Уметь ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования</p> <p>Владеть навыками применения математического аппарата к исследуемым моделям</p>	<p>ИД-2_ПКС-4.2. Способен применять методы математического моделирования в естественных науках</p>	<p>зачету (раздел 5.3.);</p> <p>Оценочные материалы для проведения коллоквиума (раздел 5.2.3.).</p> <p>Типовые тестовые задания (раздел 5.2.2)</p> <p>Типовые задания для доклада (раздел 5.1.2.)</p> <p>Оценочные материалы для контрольной работы (раздел 5.2.1)</p>
---	---	---	--

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Гражданский кодекс РФ: [электронный ресурс]// Доступ из справочной системы «Гарант». <http://www.garantexpress.ru>.
2. Приказ Министерства образования и науки РФ от 10 января 2018 г. № 16 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 01.05.01 Фундаментальные математика и механика» – Режим доступа: <URL:https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71773266/>
3. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 N 273-ФЗ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/

7.2. Основная литература

4. Богаченко, Н.Ф. Дискретная математика: комбинаторика, теория графов и шифры : учебное пособие / Н.Ф. Богаченко, С.В. Усов. — Омск : ОмГУ, 2019. — 56 с. — ISBN 978-5-7779-2377-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/119803>
5. Мальцев, И. А. Дискретная математика : учебное пособие для вузов / И. А. Мальцев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 292 с. — ISBN 978-5-8114-8615-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179040>
6. Шевелев, Ю. П. Дискретная математика : учебное пособие / Ю. П. Шевелев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 592 с. — ISBN 978-5-8114-4284-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118616>
7. Сагадеева М.А. Теория графов : учебное пособие / Сагадеева М.А.. — Челябинск, Саратов : Южно-Уральский институт управления и экономики, Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 143 с. — ISBN 978-5-4486-0679-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/81497.html>
8. Специальные разделы теории графов : учебное пособие / Л.А. Гладков [и др.]. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. — 111 с. — ISBN 978-5-9275-2779-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87761.html>

9. Седова Н.А. Дискретная математика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Седова Н.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 67 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69316.html>

7.3 Дополнительная литература

1. Пачев У.М. Элементы теории графов. Нальчик, 2011г.
2. Харари Ф. Теория графов. Издательство: Мир. 1982г.
3. Полякова О.Р. Элементы теория графов и комбинаторики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Полякова О.Р.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017.— 84 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74358.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Ерусалимский, Я.М. Дискретная математика. Теория, задачи, приложения. М.: Вузовская книга, 1998. — 280 с.
5. Седова Н.А. Теория ориентированных графов : учебное пособие / Седова Н.А., Седов В.А.. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 77 с. — ISBN 978-5-4486-0592-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/83279.html>

7.4 Периодические издания

1. Вестник МГУ Серия 1. Математика. Механика.
2. Дифференциальные уравнения
3. Доклады РАН
4. Журнал вычислительной математики и математической физики
5. Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки
6. Успехи математических наук

7.5 Интернет-ресурсы

При изучении дисциплины «Теория графов » обучающиеся обеспечены доступом (удаленный доступ) к ресурсам:

– *общие информационные, справочные и поисковые:*

1. Справочная правовая система «Гарант». URL: <http://www.garant.ru>.
2. Справочная правовая система «Консультант Плюс». URL: <http://www.consultant.ru>

Перечень актуальных электронных информационных баз данных, к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца	Условия доступа
1.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионное соглашение №14830 от 01.08.2014г. Бессрочное	Полный доступ

		росс. журналов на безвозмездной основе			
2.	База данных Science Index (РИНЦ)	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index №SIO-741/2022 от 19.07.2022 г. Активен до 31.07.2023г.	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ
3.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	http://www.studmedlib.ru http://www.medcollegelib.ru	ООО «Консультант студента» (г. Москва) Договор №750КС/07-2022 От 26.09.2022 г. Активен до 30.09.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
4.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	http://www.studmedlib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №701КС/02-2022 от 13.04.2022 г. Активен до 19.04.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №41ЕП/223 от 14.02.2023 г. Активен до 15.02.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий	https://rusneb.ru/	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/1666-	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ

		4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний		п от 10.09.2020г. Бессрочный	
7.	ЭБС «IPSMART»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	http://iprbookshop.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) Договор №75/ЕП-223 от 23.03.2023 г. Активен до 02.04.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №305/ЕП-223 От 27.10.2022 г. Активен до 31.10.2023 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	ЭБС «Юрайт» для ВО	Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №44/ЕП-223 От 16.02.2023 г. Активен с 01.03.2023 г. по 29.02.2024 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
10.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	http://polpred.com	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
11.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	http://www.prilib.ru	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г. бессрочный	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115,214)

– Кроме того, обучающиеся могут воспользоваться профессиональными поисковыми системами:

1. Служба тематических толковых словарей <http://glossary.ru/>
2. Словари и энциклопедии <https://dic.academic.ru/>
3. Википедия <http://ru.wikipedia.org/wiki/>

7.6. Методические рекомендации по изучению дисциплины

Учебная работа по дисциплине «Теория графов» состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы. Соотношение лекционных и практических занятий к общему количеству часов соответствует учебному плану программы специалитета 01.05.01 Фундаментальная математика и механика (Профиль: «Фундаментальная математика»)

Для подготовки к практическим занятиям необходимо рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

Методические рекомендации по изучению дисциплины «Теория графов» для обучающихся

Цель курса «Теория графов» - подготовка студентов, обладающих знаниями в области математики, имеющих базовые знания о состоянии и тенденциях развития математики; приобретение практических навыков применения математического аппарата.

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения практических занятий. При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, готовят к практическим занятиям; участвуют в выполнении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

Курс изучается на лекциях, практиках, при самостоятельной и индивидуальной работе студентов. Студент для полного освоения материала должен не пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы и основные моменты применения математического аппарата на практике. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к практическим занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов практических занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по определенным темам. Студенты должны регулярно готовиться к практическим занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе

Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из

рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, теорем и аксиом. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям

Практические занятия – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Практические занятия способствуют углублённому изучению наиболее сложных проблем математики и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы студентов. Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе подготовки к практическому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем практические задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы.

Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На практиках студенты учатся грамотно излагать вопросы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процессе преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы студентов при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

– оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих студенту в удобное для него время осваивать учебный материал;

– широкое внедрение компьютеризированного тестирования;

– совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы студентов, поскольку именно эти виды учебной работы студентов в первую очередь готовят их к самостоятельному выполнению профессиональных задач.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций: развивающую; информационно-обучающую; ориентирующую и стимулирующую; воспитывающую; исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
2. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);

3. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
4. Написание докладов;
5. Выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

Методические рекомендации по работе с литературой

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

Выборочное – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.

2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:

- медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

Методические рекомендации по подготовке сообщений (докладов)

Сообщение (доклад) представляет собой сокращенный пересказ содержания первичного документа (или его части) с основными фактическими сведениями и выводами. Написание сообщения (доклада) используется в учебном процессе вуза в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п. С помощью сообщений (докладов) студент глубже постигает наиболее сложные проблемы курса, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда. Процесс

написания сообщения (доклада) включает: выбор темы; подбор специальной литературы и иных источников, их изучение; составление плана; написание текста работы и ее оформление; устное изложение сообщения (доклада).

Сообщения (доклады) пишутся по наиболее актуальным темам. В них на основе тщательного анализа и обобщения научного материала сопоставляются различные взгляды авторов и определяется собственная позиция студента с изложением соответствующих аргументов. Темы сообщений (докладов) должны охватывать и дискуссионные вопросы курса. Они призваны отражать передовые научные идеи, обобщать тенденции практической деятельности, учитывая при этом изменения в текущем законодательстве. Рекомендованная тематика сообщения (докладов) примерная. Студент при желании может сам предложить ту или иную тему, предварительно согласовав ее с научным руководителем.

По объему текст, который рекомендуется использовать устного сообщения (доклада) – не более трех страниц печатного текста. Если сообщение (доклад) делается в письменном виде – объем его должен быть 3 – 5 страниц.

Устное сообщение может сопровождаться презентацией. Рекомендуемое количество слайдов – около 10. Текст слайда должен дополнять информацию, которая произносится докладчиком во время выступления. Полностью повторять на слайде текст выступления не целесообразно. Приоритет при написании слайдов отдается таблицам, схемам, рисункам, кратким заключениям и выводам.

В сообщении должна быть раскрыта заявленная тема. Приветствуется внимание аудитории к докладу, содержательные вопросы аудитории и достойные ответы на них поощряются более высокой оценкой выступающему.

Время выступления – 10 – 15 минут.

Литература и другие источники могут быть найдены обучающимся самостоятельно или рекомендованы преподавателем (если возникнут сложности с поиском материала по теме); при предложении конкретной темы сообщения преподаватель должен ориентироваться в проблеме и уметь направить студента.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.1 Требования к материально-техническому обеспечению

Для реализации рабочей программы дисциплины «Теория графов» помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения: комплектом учебной мебели, наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий по изучаемым разделам, обеспечивающие тематические иллюстрации.

Помещения для самостоятельной работы оснащены комплектами учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ.

Компьютерная техника обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Электронно-библиотечные системы и электронная информационно-образовательная среда КБГУ обеспечивают доступ (удаленный доступ) обучающимся, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Используется следующее программное обеспечение:

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование программы, право использования которой предоставляется	Страна происхождения	Срок действия программного обеспечения
1.	Техническая поддержка для операционной системы Конфигурация: «Рабочая станция» <i>Сертификат на техническую поддержку операционной системы РЕД ОС. Конфигурация: «Рабочая станция»</i>	Российская Федерация	12 месяцев
2.	Лицензия на программное обеспечение для поиска заимствований в текстовых документах распространённых форматов <i>Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. Вуз 4.0», Модуль поиска текстовых заимствований “Объединенная коллекция 2020»</i>	Российская Федерация	12 месяцев / по истечении 2000 проверок
3.	Система оптического распознавания текста <i>SETERE OCR для РЭД ОС</i>	Российская Федерация	12 месяцев
4.	Редактор изображений <i>AliveColors Business (лицензия для образовательных учреждений)</i>	Российская Федерация	бессрочные
5.	Лицензия на программное обеспечение средств антивирусной защиты	Российская Федерация	12 месяцев

	<i>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition</i>		
6.	Пакет офисного программного обеспечения <i>P7-Офис.Профессиональный (Десктопная версия)</i>	Российская Федерация	12 месяцев
7.	Право использования программного обеспечения для планирования и проведения онлайн-мероприятий (трансляций, телемостов/ аудио-видеоконференций, вебинаров) <i>Webinar Enterprise TOTAL 150 участников</i>	Российская Федерация	12 месяцев
8.	Пакет программного обеспечения для обработки растровых изображений <i>Creative Cloud for enterprise All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Enterprise Licensing Subscription Renewal, право на использование-50 шт.</i> <i>Acrobat Pro DC for teams ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal, право на использование – 5 шт.</i>	Соединенные Штаты Америки	12 месяцев
9.	Лицензия на программное обеспечение для векторного графического редактора для создания и редактирования графических схем, чертежей и блок-схем <i>Асмо-графический редактор</i>	Российская Федерация	бессрочные
10.	Предоставление неисключительных прав на использование программного обеспечения Системы <i>Spider Project Professional</i>	Российская Федерация	бессрочные

8.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые) - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух

справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие) – звукоусиливающая аппаратура, мультимедийные средства и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения зачета/экзамена оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на зачете/экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента зачет/экзамен может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента зачет/экзамен проводится в устной форме.

Лист изменений (дополнений)
в рабочей программе дисциплины «Теория графов»
по программе специалитета 01.05.01 Фундаментальные математика и механика
(Профиль: «Фундаментальная математика») на _____ учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень выносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры «Алгебры и дифференциальных уравнений»

протокол № _____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, расшифровка подписи, дата

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№ п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1.	Посещение занятий	до 10 баллов	до 3 б.	до 3б.	до 4б.
2.	Текущий контроль:	до 20 баллов	до 8 б.	до 6 б.	до 6б.
	Работа в аудитории во время занятия	от 0 до 9 б.	от 0 до 3б.	от 0 до 3б.	от 0 до 3б.
	Решение примеров у доски	до 3 б.	от 0 до 1 б.	от 0 до 1 б.	от 0 до 1 б.
	Решение примеров на месте	до 3 б.	от 0 до 1 б.	от 0 до 1 б.	от 0 до 1 б.
	Ответы на теоретические вопросы	до 3 б.	от 0 до 1 б.	от 0 до 1 б.	от 0 до 1 б.
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач, доклад)	до 11 б.	от 0 до 5б.	от 0 до 3б.	от 0 до 3б.
3.	Рубежный контроль	до 40 баллов	до 12 б.	до 14 б.	до 14 б.
	коллоквиум	от 0 до 20б.	от 0 до 6б.	от 0 до 7б.	от 0 до 7б.
	контрольная работа	от 0 до 20б.	от 0 до 6б.	от 0 до 7б.	от 0 до 7б.
4.	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70баллов	до 23б.	до 23б	до 24б

Шкала оценивания планируемых результатов обучения

Текущий и рубежный контроль

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	56-70 баллов
6	<p>Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации</p>	<p>Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, ответы на коллоквиуме на оценки «удовлетворительно».</p>	<p>Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, ответы на коллоквиуме на оценки «хорошо».</p>	<p>Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение практических занятий. Выполнение контрольных работ, ответы на коллоквиуме на оценки «отлично».</p>

Промежуточная аттестация

Семестр	Шкала оценивания	
	Незачтено (36-60)	Зачтено (61-70)
6	<p>Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачёте не ответил ни на один вопрос.</p>	<p>Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете представил полный ответ на один вопроси частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопросили частично ответил на оба вопроса. Студенту, имеющему 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, выставляется отметка «зачтено» без сдачи зачёта.</p>