Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Костровец Лариса Борисовна
Должность: директор
Дата подписания: 02.10.2026 00:12:43
Уникальный программный ключ:
6882606104c36dbde41c4ab93a65382136a292d6

Приложение 4

к образовательной программе

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.01.02.06 Основы теории графов
(индекс, наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

09.03.03 Прикладная информатика
(код, наименование направления подготовки)

Прикладная информатика в управлении корпоративными информационными системами
(наименование образовательной программы)

очная форма обучения
(форма обучения)

Год набора – 2026

Донецк

Автор(ы)-составитель(и) РПД:

Папазова Елена Николаевна, канд. экон. наук, доцент, заведующий кафедрой высшей математики

Заведующий кафедрой:

Папазова Елена Николаевна, канд. экон. наук, доцент

Рабочая программа дисциплины Б1.О.01.02.06 Основы теории графов одобрена на заседании кафедры высшей математики факультета менеджмента.

протокол № 6 от «16» марта 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание и структура дисциплины
4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии оценивания
5. Формы аттестации и типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам
6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине
7. Методические материалы по освоению дисциплины
8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Дисциплина Б1.О.01.02.06 Основы теории графов обеспечивает формирование у обучающихся следующих общепрофессиональных компетенций:

ОТФ/ТФ и реквизиты ПС *(при наличии)*	**Код компетенции**	**Наименование компетенции**	**Код индикатора достижения компетенций**	**Наименование индикатора достижения компетенций**	**Образовательный результат**
	ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.6	Моделирует связи и отношения между объектами	*ОПК-1.6. З-1* ***Знает*** основные понятия и методы теории графов. *ОПК-1.6. У-1* ***Умеет*** моделировать связи и отношения между объектами с использованием графов.

2. Объем и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Общий объем дисциплины:

3,00 з.е., 108 ак.час.

Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий: 38 ак.час на контактную работу с преподавателем, из них 14 ак.час на лекции и 24 ак.час на практические занятия; 66 ак.час на самостоятельную работу обучающихся.

Дисциплина Б1.О.01.02.06 Основы теории графов реализуется во 2-м семестре 1-го курса после освоения дисциплины Б1.О.01.02.01 Линейная алгебра и аналитическая геометрия.

3. Содержание и структура дисциплины (модуля)

3.1. Структура дисциплины (модуля)

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем и (или) разделов	ВСЕГО	Объем дисциплины, ак.час												Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий									Самостоятельная работа			
			Период теоретического обучения						Период промежуточной аттестации (сессия)						
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа		ИК	КСР	КЭ	Кат тэк	Контроль	СРкр	СРэк	СР	
			Л	ВЛ	ЛР	ПЗ									
Раздел 1. Введение в теорию графов															
Тема 1.1.	Основные понятия теории графов	22	2	0	0	4	0	0	0	0		0	0	16	Опрос, тестирование
Тема 1.2.	Геометрические характеристики	24	4	0	0	4	0	0	0	0		0	0	16	Опрос, доклад, контрольная

	графов.													работа.
Раздел 2. Экономические приложения теории графов.														
Тема 2.1.	Понятие пути. Кратчайшие пути на графе	30	4	0	0	8	0	0	0	0	0	0	18	Опрос, тестирование индивидуальное задание.
Тема 2.2.	Понятие потока сети. Максимальный поток	28	4	0	0	8	0	0	0	0	0	0	16	Опрос, индивидуальное задание, контрольная работа.
Промежуточная аттестация		4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	Зачет с оценкой
Итого		**108**	**14**	**0**	**0**	**24**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**66**	

Используемые сокращения:

Л – лекции - занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации обучающимся педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях,).

ВЛ – видео лекции.

ЛР – лабораторные работы.

ПЗ – практические занятия (за исключением лабораторных работ).

ИК – индивидуальные консультации.

КСР – контроль самостоятельной работы

КЭ – консультации перед экзаменом

Каттэк – контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий

СРкр – самостоятельная работа на подготовку курсовой работы/ курсового проекта.

СРэк – самостоятельная работа на подготовку к экзамену.

СР – самостоятельная работа в семестре на подготовку к учебным занятиям.

3.2. Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в теорию графов

Тема 1.1. Основные понятия теории графов. ОПК-1.6

Граф, виды графов, компоненты графа. Способы задания графа. Маршруты, цепи, циклы. Связность. Операции над графами. Изоморфизм и гомеоморфизм. Степени вершин графа, лемма о рукопожатиях.

Тема 1.2. Геометрические характеристики графов. ОПК-1.6

Геометрические характеристики графов, количество путей и транзитивное замыкание. Геометрическое представление графа. Задачи об укладке графа. Планарность графа. Понятие дерева. Виды деревьев. Количество вершин и ребер в дереве. Способы представления деревьев. Бинарные деревья решений. Деревья двоичного поиска. Обход графа.

Раздел 2. Экономические приложения теории графов

Тема 2.1. Понятие пути. Кратчайшие пути на графе. ОПК-1.6

Дерево путей. Задачи о кратчайшем пути. Алгоритм Дейкстры. Фундаментальное множество циклов. Остовное дерево. Количество остовов графа. Остов наименьшего веса. Эйлеров граф, пути и циклы. Гамильтонов граф, пути и циклы. Задача о коммивояжере. Хроматическое число графа. Критический граф. Теория графов в сетевом планировании и управлении проектами. Критический путь. Критическое время.

Тема 2.2. Понятие потока сети. Максимальный поток. ОПК-1.6

Двудольный граф. Понятие сети. Понятие транспортной сети. Понятие потока и сечения. Полный поток. Метод насыщения дуг. Максимальный поток в сети. Алгоритм Форда-Фалкерсона. Применение алгоритма Форда-Фалкерсона для решения задачи нахождения максимального потока сети.

4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии оценивания

4.1. Оценочные материалы по дисциплине Б1.О.01.02.06 Основы теории графов входят в состав оценочных материалов по образовательной программе. Совокупность оценочных материалов по всем дисциплинам (модулям) образовательной программы составляют фонд оценочных средств (далее – ФОС). ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с целью оценивания достижения обучающимися планируемых результатов обучения.

4.2. ФОС разработан как комплекс проверочных заданий различного типа и уровня сложности, включает критерии и шкалы оценивания, а также «ключи» правильных ответов. ФОС формируется как отдельный документ и хранится в электронном виде, доступ к ФОС предоставлен ограниченному кругу лиц.

4.3. Для самостоятельной работы обучающихся при подготовке к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации в рабочих программах дисциплин размещены типовые проверочные задания, которые можно условно разделить на задания закрытого, комбинированного и открытого типов.

Задания закрытого типа – это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных.

Задания комбинированного типа – это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных и обосновать свой выбор.

Задания открытого типа – это задания, в которых на каждый вопрос должен быть предложен развернутый обоснованный ответ.

В зависимости от типа задания рекомендованы определенная последовательность выполнения и система оценивания выполнения заданий.

4.4. Типы заданий, сценарии выполнения, критерии оценивания

ТИП ЗАДАНИЯ	ИНСТРУКЦИЯ	СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных	Прочитайте текст, выберите правильный ответ	1.Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные вариант-ты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В).	Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква
Задание закрытого типа на установление соответствия	Прочитайте текст и установите соответствие	1.Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов. 2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д. 3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов. 4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4).	Ответ считается верным, если правильно указаны цифры или буквы
Задание закрытого типа с выбором нескольких	Прочитайте текст, выберите правильные ответы	1.Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов.	Ответ считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из

правильных ответов из нескольких вариантов предложенных		2. Внимательно прочитать предложенные вариант-ты ответа. 3. Выбрать несколько правильных ответов. 4. Записать только номера (или буквы) выбранного варианта ответа (например, 1 4 или А Г).	одного столбца верно сопоставлены с позициями другого)
Задание закрытого типа на установление последовательности	Прочитайте текст и установите последовательность	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Построить верную последовательность из предложенных элементов. 4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности (например, БВА или 135).	Ответ считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр
Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из предложенных и обоснованием выбора	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа	1.Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа.	Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа

		5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа (например, 4 текст обоснования).	
Задание открытого типа с развернутым ответом	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ	1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. 2.Продумать логику и полноту ответа. 3.Записать ответ, используя четкие компактные формулировки. 4.В случае расчетной задачи, записать решение и ответ	Ответ считается верным: 1. Отсутствие фактических ошибок. 2. Раскрытие объема используемых понятий (полнота ответа). 3.Обоснованность ответа (наличие аргументов). 4. Логическая последовательность излагаемого материала.

4.5. Общая шкала оценивания результатов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением БРС Донецкого филиала РАНХиГС.

Итоговая балльная оценка	**Традиционная система**	**Бинарная система**	**ECTS**	
			Для традиционной системы	**Для бинарной системы**
90-100	Отлично	Зачтено	A	P/ Passed
80-89	Хорошо		B	P/ Passed
75-79			C	P/ Passed
70-74	Удовлетворительно		B	P/ Passed
60-69			E	P/ Passed
0-59	Неудовлетворительно	Не зачтено	F	F/Failed

Соотношение баллов за текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию, а также повторную промежуточную аттестацию:

Максимальная сумма баллов за текущий контроль успеваемости	Максимальная сумма баллов за промежуточную аттестацию	Максимальная итоговая балльная оценка	Максимальная сумма баллов за повторную промежуточную аттестацию
100 баллов	100 баллов	100 баллов	100 баллов

5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам

5.1. В ходе реализации дисциплины Б1.О.01.02.06 Основы теории графов используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся (в том числе, задания к контрольным точкам):

опрос, доклад, тестирование, индивидуальное задание, контрольная работа.

5.2. Типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся (вне контрольных точек):

Тема 1.1. Основные понятия теории графов. ОПК-1.6

Вопросы для опроса:

1. Понятие графа, виды графов.
2. Компоненты графа.
3. Способы задания графа.
4. Маршруты, цепи, циклы. Связность.
5. Операции над графами.
6. Изоморфизм и гомеоморфизм.
7. Степени вершин графа, лемма о рукопожатиях.

Тестовое задание:

Выберите один правильный вариант ответа.

1. Теория графов является разделом:
   a) *элементарной математики*
   b) *дискретной математики*
   c) *математического анализа*
   d) *экономического анализа*
2. Родоначальником теории графов считается:
   a) *Эйлер*
   b) *Кениг*
   c) *Гамильтон*
   d) *Берж*
3. Математическая формализация понятия графа дана:
   a) *Эйлером*
   b) *Кенигом*
   c) *Гамильтоном*
   d) *Бержем*
4. Какой из графов нельзя начертить одним росчерком:
   a) *граф, все вершины которого четные*
   b) *граф с одной нечетной вершиной*
   c) *граф с двумя нечетными вершинами*
   d) *граф с более, чем двумя нечетными вершинами*

5. Эйлер доказал, что задача о семи кенигсбергских мостах:
   a) *имеет одно решение*
   b) *имеет несколько решений*
   c) *имеет бесконечно много решений*
   d) *не имеет решений*
6. Хроматическим числом графа называется:
   a) *число красок, необходимых для «правильной» раскраски графа*
   b) *максимальное число красок, необходимых для «правильной» раскраски графа*
   c) *минимальное число красок, необходимых для «правильной» раскраски графа*
7. Число нечетных вершин графа:
   a) *всегда четно*
   b) *всегда нечетно*
   c) *может быть как четно, так и нечетно*
   d) *равно нулю*
8. Если полный граф имеет *n* вершин, то количество ребер будет равно:
   a) *n*
   b) *n/2*
   c) *n(n-1)/2*
   d) *(n-1)/2*
9. Какой элемент не отображается при построении дерева решений:
   a) *альтернативные решения*
   b) *состояния среды*
   c) *вероятности возможных исходов*
   d) *направление движения*
10. Матрица смежности вершин представляет собой таблицу, у которой:
   a) *число строк равно числу вершин, а число столбцов – числу ребер графа*
   b) *число строк и столбцов равно числу вершин графа*
   c) *число столбцов равно числу вершин, а число строк – числу шагов работы алгоритма отыскания кратчайшего пути*

Тема 1.2. Геометрические характеристики графов. ОПК-1.6

Вопросы для опроса:

1. Геометрические характеристики графов.
2. Количество путей и транзитивное замыкание.
3. Геометрическое представление графа.
4. Задачи об укладке графа.
5. Планарность графа.
6. Понятие дерева. Виды деревьев.
7. Количество вершин и ребер в дереве.
8. Способы представления деревьев.
9. Бинарные деревья решений.
10. Деревья двоичного поиска.
11. Обход графа.

Доклад.

Подготовка докладов о геометрических характеристиках графа. Пять индивидуальных докладов с обсуждением поставленных вопросов.

Тематика докладов:

1. Эйлеровы маршруты. Гамильтоновы маршруты.
2. Задача о Кенигсбергских мостах.
3. Лемма о рукопожатиях
4. Алгоритм построения правильной раскраски. Теорема Хивуда о раскраске планарных графов.
5. Теорема Эйлера о связи чисел вершин, ребер и граней

Тема 2.1. Понятие пути. Кратчайшие пути на графе. ОПК-1.6

Вопросы для опроса:

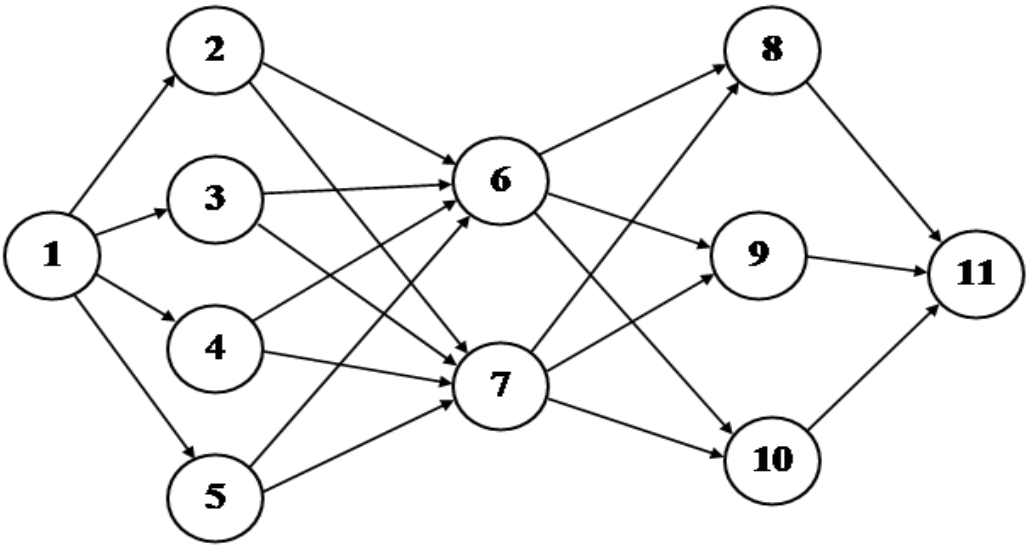
1. Дерево путей. Задачи о кратчайшем пути.
2. Алгоритм Дейкстры.
3. Фундаментальное множество циклов.
4. Остовное дерево. Количество остовов графа.
5. Остов наименьшего веса.
6. Эйлеров граф, пути и циклы.

7. Гамильтонов граф, пути и циклы.
8. Задача о коммивояжере.
9. Хроматическое число графа.
10. Критический граф.
11. Теория графов в сетевом планировании и управлении проектами.
12. Критический путь. Критическое время.

Контрольные задания:

Задания открытого типа.

Задача 1. В предложенной транспортной сети имеется несколько маршрутов по проезду из начального пункта (1) в конечный пункт (11).



Расходы на перевозку товара между отдельными пунктами транспортной сети представлены в таблице.

Маршрут	Расходы	Маршрут	Расходы	Маршрут	Расходы
(1,2)	6	(3,7)	9	(6,10)	4
(1,3)	7	(4,6)	11	(7,8)	5
(1,4)	8	(4,7)	5	(7,9)	12
(1,5)	10	(5,6)	7	(7,10)	9
(2,6)	4	(5,7)	6	(8,11)	9
(2,7)	8	(6,8)	5	(9,11)	8
(3,6)	7	(6,9)	4	(10,11)	10

Необходимо определить оптимальный маршрут проезда из пункта 1 в пункт 11 с минимальными транспортными расходами.

Задача 2. В таблице приведен перечень действий по разработке новой информационной системы компании. от назначения группы по осуществлению проекта до полного ввода системы в эксплуатацию. Определить минимальное время выполнения всего проекта.

№	Действия	Очередность	Продолжительность, неделя
А	Назначить руководителя проекта	-	4
Б	Поставить задачи	А	3
В	Собрать необходимую информацию	Б	8
Г	Определить потребности	Б	6
Д	Рассмотреть варианты решений	Г	4
Е	Оценить варианты технических средств	В, Д	3
Ж	Разработать программное обеспечение	В, Д	12
З	Разработать инструкции	В, Д	8
И	Установить оборудование и программное обеспечение	Е, Ж	6
К	Опробовать компьютерную систему	И	4
Л	Подготовить персонал	З, К	6
М	Полностью сдать систему в эксплуатацию	Л	4

Тема 2.2. Понятие потока сети. Максимальный поток. ОПК-1.6

Вопросы для опроса:

1. Двудольный граф.
2. Понятие транспортной сети.
3. Понятие потока и сечения.
4. Полный поток. Метод насыщения дуг.
5. Максимальный поток.
6. Алгоритм Форда-Фалкерсона.
7. Применение алгоритма Форда-Фалкерсона для решения задачи нахождения максимального потока сети.

Тестовые задания комбинированного типа с инструкцией по выполнению и ключами правильных ответов:

Прочитайте текст и установите соответствие:

Задание 1. Прочитайте текст и установите соответствие между названием задачи, ее содержанием и примером приложения.

Задачи принятия решений, связанные с оптимизацией на графах

Задача	Содержание	Примеры
I. Задача коммивояжера.	1. Кратчайшим путем попасть из одной вершины графа в другую.	А. Составить пакет акций, максимизирующий объем прибыли.
II. Задача о кратчайшем пути.	2. Определить максимальный объем, который можно доставить из одной вершины графа в другую.	Б. Составить наиболее выгодный маршрут доставки товаров по заданным торговым точкам.
III. Задача о максимальном потоке.	3. Посетить все вершины графа и вернуться в исходную точку, минимизировав затраты.	В. Найти маршрут, позволяющий с наименьшими затратами топлива и времени доставить товар из пункта А в пункт Б.

Контрольные задания:

1. Производственный процесс по изготовлению комплектующих изделий для автомобилей состоит из 11 операций. Производительность установленного оборудования различная (данные приведены в таблице). Требования ритмичности выпуска нового продукта предполагают, что количество комплектующих, поступающих на сборку, будет не меньше 10 единиц в сутки. Справится ли производство с поставленной задачей? Если нет, то по каким операциям производственного процесса, на ваш взгляд, необходима расшивка узких мест?

Операция	(1,2)	(1,3)	(1,5)	(2,4)	(2,5)	(3,5)	(3,6)	(4,5)	(4,7)	(5,7)	(6,7)
Производительность оборудования, (изд./сутки)	20	21	16	22	14	16	12	11	18	32	27

5.3. Один или несколько тематических блоков дисциплины завершаются контрольной точкой (далее – КТ). Текущий контроль успеваемости по дисциплине предусматривает не менее 2 (двух) и не более 10 (десяти) КТ в течение периода освоения дисциплины.

Наименование контрольной точки	Максимальное количество баллов за работу в рамках КТ, которое может набрать студент	Коэффициент веса контрольной точки	Результат контрольной точки, участвующий в формировании итоговой балльной оценки по дисциплине (отражается в журнале БРС в СДО)
КТ 1	100	0,4	40
КТ 2	100	0,6	60
Итого:	х	1	100

Формула расчета результата контрольной точки:

Результат контрольной точки = Количество баллов за работу в рамках КТ Х Коэффициент веса контрольной точки.

5.4. Формы текущего контроля успеваемости обучающихся в рамках КТ и типовые оценочные материалы:

КТ – 1.

Тема 2.1.

Индивидуальное задание:

Задание 1. На основании приведенных данных:
1) построить сетевой график,
2) рассчитать числовые характеристики событий и работ,
3) найти критическое время и критический путь,
4) вычислить полный и свободный резервы времени работ.
Решение оформить в виде таблиц. Сделать вывод.

Работа	(0,1)	(0,2)	(0,3)	(1,2)	(1,4)	(2,3)	(2,4)	(2,5)	(3,5)	(4,5)
Время	10	6	8	12	13	13	15	10	3	4

Критерии оценивания индивидуального задания:

Задание	Критерии оценки	Диапазон баллов	Описание критерия
1.1	Понимание метода	0-5	Выбран корректный способ решения
	Корректность вычислений	0-5	Основные вычисления выполнены правильно, логика

			решения прослеживается
	Итоговый ответ	0-5	Получен правильный результат
1.2	Понимание метода	0-5	Выбран корректный способ решения
	Корректность вычислений	0-30	Основные вычисления выполнены правильно, логика решения прослеживается
	Итоговый ответ	0-5	Получен правильный результат
1.3	Понимание метода	0-5	Выбран корректный способ решения
	Корректность вычислений	0-5	Основные вычисления выполнены правильно, логика решения прослеживается
	Итоговый ответ	0-5	Получен правильный результат
1.4	Понимание метода	0-5	Выбран корректный способ решения
	Корректность вычислений	0-10	Основные вычисления выполнены правильно, логика решения прослеживается
	Итоговый ответ	0-5	Получен правильный результат
	Итого максимально:	100	

КТ – 2.

Тема 2.2.

Индивидуальное задание:

Задание 1. Фирме, занимающейся перевозкой товаров, необходимо доставить товар из пункта (1) в пункт (12), причем маршрутов, по которым можно произвести доставку несколько:

Маршрут	Расстояние	Маршрут	Расстояние	Маршрут	Расстояние
(1,2)	6	(4,6)	9	(8,9)	4
(1,3)	7	(4,8)	11	(8,10)	5
(2,4)	8	(4,7)	5	(9,12)	12
(2,8)	10	(5,7)	7	(10,11)	9
(3,5)	4	(6,7)	6	(10,12)	9
(3,6)	8	(6,8)	5	(11,12)	8

Построить сетевой граф и найти кратчайший путь из пункта (1) в пункт (12).

Задание 2. Коммивояжер находится в одном из *n* городов. Он должен посетить каждый из оставшихся *n-1* городов в точности по одному разу и возвратиться в исходный город. Необходимо найти маршрут с наименьшей стоимостью проезда, если стоимости проезда (тыс. руб) из одного города в другой заданы матрицей (*n* = 5):

	1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	∞	5	3	7	9
2	8	∞	4	8	2
3	2	5	∞	5	1
4	10	2	7	∞	7
5	3	6	3	2	∞

Критерии оценивания индивидуального задания:

Задание	Критерии оценки	Диапазон баллов	Описание критерия
1	Понимание метода	0-5	Выбран корректный способ решения
	Корректность вычислений	0-30	Основные вычисления выполнены правильно, логика решения прослеживается
	Итоговый ответ	0-5	Получен правильный результат
2	Понимание метода	0-5	Выбран корректный способ решения
	Корректность вычислений	0-50	Основные вычисления выполнены правильно, логика решения прослеживается
	Итоговый ответ	0-5	Получен правильный результат
	Итого максимально:	100	

6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине

6.1. Промежуточная аттестация (зачет с оценкой) проводится в письменной форме. Обучающийся получает экзаменационный билет с вариантами задач. Обучающийся получает чистые маркированные листы бумаги для записей решения задач, затем приступает к решению. Необходимо дать ответ в письменном виде, подробно изложив ход решения, при необходимости завершить решение выводами.

6.2. Типовые оценочные материалы промежуточной аттестации

Типовые проверочные задания для самоподготовки обучающегося к промежуточной аттестации:

Вопросы для подготовки к зачету с оценкой

1. Граф, виды графов, компоненты графа. Способы задания графа.
2. Маршруты, цепи, циклы. Связность.
3. Операции над графами.
4. Изоморфизм и гомеоморфизм.
5. Степени вершин графа, лемма о рукопожатиях
6. Геометрические характеристики графов, количество путей и транзитивное замыкание.
7. Геометрическое представление графа. Задачи об укладке графа.
8. Планарность графа.
9. Понятие дерева. Виды деревьев. Количество вершин и ребер в дереве.
10. Способы представления деревьев.
11. Бинарные деревья решений.
12. Обход графа. Дерево путей.
13. Задачи о кратчайшем пути.
14. Алгоритм Дейкстры.
15. Фундаментальное множество циклов. Остовное дерево.
16. Количество остовов графа. Остов наименьшего веса.
17. Эйлеров граф, пути и циклы.
18. Гамильтонов граф, пути и циклы.
19. Задача о коммивояжере.
20. Хроматическое число графа.
21. Критический граф.
22. Двудольный граф.
23. Хроматический многочлен. Свойства.
24. Хроматические многочлены некоторых графов.
25. Построение хроматического многочлена.
26. Связь хроматических характеристик и планарности графа.
27. Формула Эйлера и ее применение.
34. Понятие паросочетания.
35. Лемма Берга.
36. Паросочетания в двудольном графе.
37. Алгоритм Куна.
38. Задача о назначениях.
39. Понятие сетевого графика.
40. Критический путь. Критическое время и критические работы сетевого графика.
41. Понятие транспортной сети. Понятие потока и сечения.

42. Полный поток. Метод насыщения дуг.
43. Максимальный поток. Алгоритм Форда -Фалкерсона.
44. Нахождение максимального потока.

Тема 2.1. Понятие пути. Кратчайшие пути на графе. ОПК-1.6

Тестовые задания комбинированного типа с инструкцией по выполнению и ключами правильных ответов:

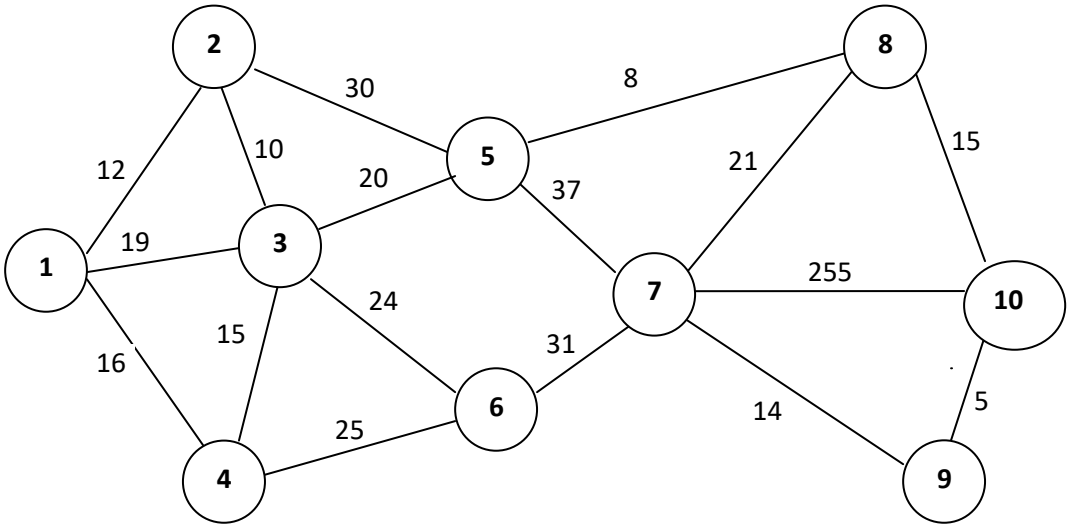
Прочитайте текст и установите соответствие:

Задание 1. Прочитайте текст и установите соответствие между названием графа и его характеристикой.

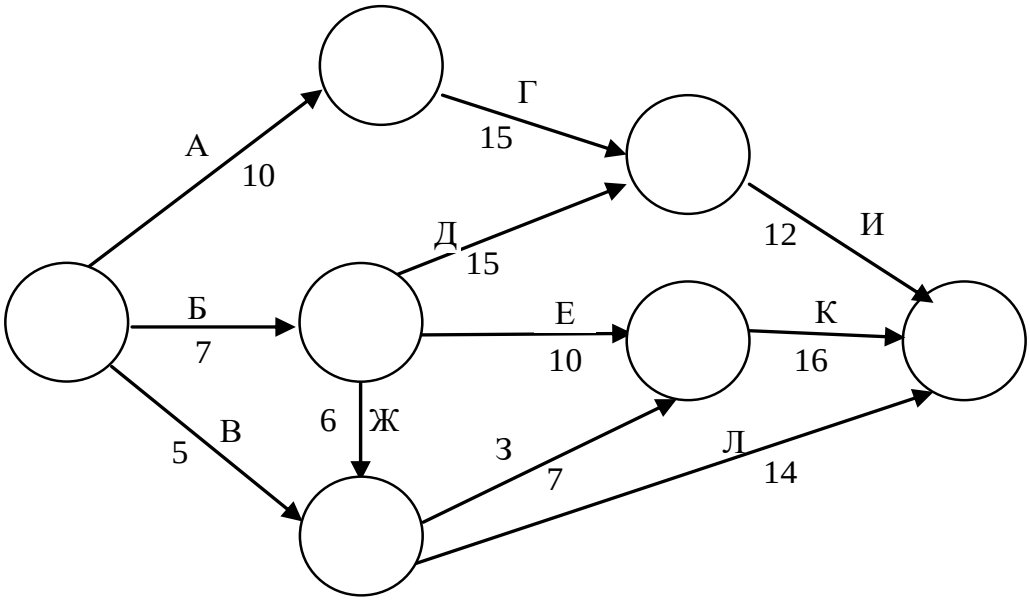
Граф	Характеристика
1. полный граф	А. каждая пара вершин соединена ребром
2. нулевой граф	Б. каждая пара вершин соединена хотя бы одним путем
3. связный граф	В. ребра графа имеют направление, изображаемое стрелками
4. плоский граф	Г. схема, состоящая из изолированных вершин
5. дерево	Д. связный граф, не содержащий циклов
6.Эйлеров граф	Е. связный граф, содержащий путь, по которому можно пройти все ребра по одному разу, выйдя из любой вершины и вернувшись в нее же
7. ориентированный граф	Ж. можно представить на плоскости в таком виде, при котором ребра пересекаются только в вершинах

Задания открытого типа:

Задание 1. Найти кратчайшие пути на графе. Решение предоставить в виде таблицы выделенных ребер.



Задание 2. На сетевом графике изображены работы с продолжительностью в неделях. Пронумеровать вершины, найти критическое время выполнения проекта, критический путь и критические работы.



Тема 2.2. Понятие потока сети. Максимальный поток. ОПК-1.6

Задания открытого типа:

Задание 1. С помощью теоремы Форда-Фалкерсона найти величину максимального потока с сети, представленной в виде таблицы:

	0	**1**	**2**	**3**	**4**
0		11	19		
1			17	14	
2				8	16
3		8			18
4					

6.3. Критерии и шкала оценивания на основе БРС Донецкого филиала РАНХиГС.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ	РЕЗУЛЬТАТ В БАЛЛАХ
Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок	90-100
Дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где обучающийся демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.	75-89
Дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.	60-74
Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной	1-59

области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено, т.е. обучающийся не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.	

6.4. Для решения контрольных заданий обучающемуся разрешается использование калькулятора.

7. Методические материалы по освоению дисциплины (модуля)

Методические материалы по освоению дисциплины Б1.О.01.02.06 Основы теории графов должны обеспечивать обучающемуся не только общее понимание структуры курса, но и четкие ориентиры по организации учебной деятельности на всех этапах обучения.

Методические рекомендации по работе на лекционных занятиях

Освоение дисциплины начинается с эффективной работы на лекциях. Лекционные занятия представляют собой систематизированное изложение теоретического материала, формирующего понятийный аппарат дисциплины. В ходе лекции обучающемуся рекомендуется не просто фиксировать материал, а выстраивать логическую структуру конспекта: выделять определения, теоремы, следствия и примеры их применения. Особое внимание следует уделять доказательствам ключевых утверждений, так как они формируют математическое мышление и позволяют глубже понять взаимосвязи между разделами курса. После лекции необходимо провести повторную проработку материала: уточнить непонятные моменты, дополнить конспект, а также попытаться воспроизвести основные положения без опоры на записи. Эффективной практикой является составление кратких схем и опорных конспектов по каждой теме.

Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям

Практические занятия являются основным инструментом формирования навыков применения теоретических знаний. Подготовка к ним должна включать предварительное решение типовых задач, изучение алгоритмов решения и анализ примеров. Во время занятия важно активно участвовать в разборе задач, предлагать собственные решения и задавать вопросы по сложным моментам. После практического занятия рекомендуется повторно решить разобранные задачи и выполнить дополнительные задания аналогичного типа. При этом особое внимание следует уделять оформлению

решений: записи должны быть логически последовательными, обоснованными и аккуратными. Формирование навыка грамотного математического оформления является важной составляющей подготовки.

Методические рекомендации для подготовки к контрольной работе

Подготовка к контрольной работе требует системного подхода и начинается задолго до её проведения. Обучающемуся необходимо повторить теоретический материал по соответствующим темам, уделяя внимание определениям, теоремам и основным методам решения задач. Далее следует перейти к решению типовых заданий, аналогичных тем, которые могут встретиться в контрольной работе. Рекомендуется проработать задания различного уровня сложности, включая базовые и повышенные. Важным этапом подготовки является анализ ранее допущенных ошибок и их устранение. Полезной практикой является выполнение пробных вариантов контрольных работ в условиях, приближенных к реальным, с ограничением по времени.

Методические рекомендации для подготовки к индивидуальному заданию

Индивидуальное задание, выполняемое дома, направлено на развитие самостоятельности и углубление знаний по дисциплине. При его выполнении необходимо строго придерживаться следующего алгоритма: сначала изучить теоретический материал, затем проанализировать условие задания, определить используемые методы и только после этого приступать к решению. Каждое решение должно быть подробно обосновано, с указанием всех промежуточных этапов. Не допускается механическое переписывание решений из сторонних источников без понимания. В случае использования дополнительных материалов необходимо критически оценивать их корректность. После выполнения задания рекомендуется провести самопроверку и, по возможности, проверить результат альтернативным способом.

Методические рекомендации для подготовки к зачету с оценкой

Подготовка к зачету с оценкой предполагает комплексное повторение всего курса. На данном этапе важно систематизировать знания, выделив основные разделы дисциплины. Подготовка должна включать как теоретическую, так и практическую составляющую. Теоретическая часть предполагает повторение ключевых понятий, формулировок теорем и методов доказательства. Практическая часть – решение задач различного типа. Особое внимание следует уделять умению быстро ориентироваться в типах задач и выбирать оптимальный метод решения. Рекомендуется составлять краткие сводные таблицы формул и методов, а также решать типовые задания.

Методические рекомендации по работе с литературными источниками

Работа с литературой является важным элементом освоения

дисциплины. Основная литература обеспечивает базовое понимание материала и должна использоваться при изучении каждой темы. Дополнительная литература позволяет углубить знания и рассмотреть альтернативные подходы к решению задач. При работе с текстом необходимо придерживаться активной стратегии: выделять ключевые идеи, формулировать выводы, выполнять предлагаемые упражнения. Полезной практикой является ведение отдельного списка формул и методов с пояснениями и примерами применения.

Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студента занимает значительную часть времени и является определяющим фактором успешного освоения дисциплины. Она включает регулярное повторение лекционного материала, выполнение домашних заданий, подготовку к практическим занятиям, контрольным работам и зачёту. Эффективная самостоятельная работа требует чёткого планирования: рекомендуется составлять недельный график, распределяя время между различными видами деятельности. Важно соблюдать принцип регулярности, избегая накопления неосвоенного материала. При возникновении затруднений следует своевременно обращаться к преподавателю или использовать дополнительные учебные ресурсы.

8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

8.1. Основная литература

1. Константинова, Е. В. Теория графов: алгебраическая теория : учебник для вузов / Е. В. Константинова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 123 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20172-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/569211

2. Иванов, Б. Н. Дискретная математика и теория графов : учебник для вузов / Б. Н. Иванов. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 177 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14470-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/588754

3. Клековкин, Г. А. Геометрическая теория графов : учебное пособие для вузов / Г. А. Клековкин, Л. П. Коннова, В. В. Коннов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 165 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21249-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/585648

8.2. Дополнительная литература

1. Клековкин, Г. А. Геометрическая теория графов : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. А. Клековкин, Л. П. Коннова, В. В. Коннов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 165 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-21251-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/585863

8.3. Нормативные правовые документы и иная правовая информация

Не используются

8.4. Интернет-ресурсы

Образовательная платформа «Юрайт» https://urait.ru.

9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

Требования к аудитории:
- лекционные;
- семинарские.

Требования к оборудованию:
- доска;
- интерактивная доска;
- ПК (стационарный) или ноутбук: операционная система: не ниже Windows 7 (или аналогичная по функциям).

Требования к программному обеспечению:
- пакет Microsoft Office,
- платформа МТС Линк.