МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Набережночелнинский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

УТВЕРЖДАЮ
Директор
_________________Т.И. Бычкова
« 01 » июня 2017 г.

ПРОГРАММА МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА
МДК.01.02 Математический аппарат для построения компьютерных сетей

Специальность: 09.02.02 «Компьютерные сети»
Квалификация выпускника: техник по компьютерным сетям
Форма обучения: очная
на базе основного общего образования
Язык обучения: русский
Автор: Рязанова А.Н.
Рецензент: Ахметов М.Р.

СОГЛАСОВАНО: Председатель ПЦК «Цикл информатики и информационных технологий»:
_______Рязанова А.Н.

Протокол заседания ПЦК № 12 от « 24 » мая 2017г.

Учебно-методическая комиссия инженерно-экономического колледжа

Протокол заседания УМК № 14 от « 30 » мая 2017г.

г. Набережные Челны, 2017

1. Цели освоения дисциплины

Программа междисциплинарного курса (далее – МДК) МДК.01.02 «Математический аппарат для построения компьютерных сетей» является частью основной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 09.02.02 "Компьютерные сети"

Основная цель преподавания междисциплинарного курса «Математический аппарат для построения компьютерных сетей» - получение теоретических знаний и практических навыков в области проектирования сетевой инфраструктуры.

Цель изучения МДК «Математический аппарат для построения компьютерных сетей» определяет ее задачи:

–использование математического аппарата теории графов при планировании структуры сети;

–изучение и применение алгоритмов поиска кратчайшего пути;

–расчет основных технико-экономических показателей компьютерной сети и сетевой инфраструктуры.

МДК «Математический аппарат построения компьютерных сетей» дает студенту представление о возможности оптимизации компьютерной сети с использованием математического аппарата теории графов и основных соотношений теории очередей.

2. Место дисциплины в структуре ППССЗ

МДК01.02 «Математический аппарат построения компьютерных сетей» относится к профессиональному модулю ПМ.01 «Участие в проектировании сетевой инфраструктуры» и базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин ЕН.01 «Элементы высшей математики», ЕН.02 «Элементы математической логики», использует знания таких дисциплин, как ПД.01 «Математика» , ОП.01 «Основы теории информации» и др.

Осваивается на третьем курсе (5 семестр).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения междисциплинарного курса студент должен

Иметь практический опыт:

- проектирования архитектуры локальной сети в соответствии с поставленной задачей;

Уметь:

- вычислять вероятностные характеристики и исследовать свойства различных случайных процессов;
- исследовать качество функционирования систем массового обслуживания;
- применять алгоритмы поиска кратчайшего пути;
- планировать структуру сети с помощью графа с оптимальным расположением узлов;
- использовать математический аппарат теории графов;
- формулировать прикладные и теоретические задачи на языке графов и сетей, осуществлять подбор эффективных алгоритмов для их решения;

Знать:

- основные принципы, методы и результаты теории вероятностей и математической статистики применительно к исследованию случайных процессов и систем массового обслуживания;
- вероятностные и стохастические процессы, элементы теории массового обслуживания, основные соотношения теории очередей, основные понятия теории графов;

- типовые методы, используемые при работе с графами, орграфами, мультиграфами и сетями;
- алгоритмы поиска кратчайшего пути;
- постановки наиболее известных задач на графах и сетях и эффективные алгоритмы их решения
- основные проблемы синтеза графов атак;
- построение адекватной модели;

Освоение междисциплинарного курса способствует формированию компетенций:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК 1	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК 2	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность
ОК 4	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития
ОК 5	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности
ОК 6	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями
ОК 7	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий
ОК 8	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации
ОК 9	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности
ПК 1.1	Выполнять проектирование кабельной структуры компьютерной сети.
ПК 1.2	Осуществлять выбор технологии, инструментальных средств и средств вычислительной техники при организации процесса разработки и исследования объектов профессиональной деятельности.
ПК 1.3	Обеспечивать защиту информации в сети с использованием программно-аппаратных средств.
ПК 1.4	Принимать участие в приемо-сдаточных испытаниях компьютерных сетей и сетевого оборудования различного уровня и в оценке качества и экономической эффективности сетевой топологии.
ПК 1.5	Выполнять требования нормативно-технической документации, иметь опыт оформления проектной документации.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины (в часах) по видам нагрузки обучающегося и по разделам дисциплины

Общая трудоемкость междисциплинарного курса составляет 156 часов.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: дифференцированный зачет в 5 семестре.

Разделы и темы дисциплины		Семестр	Неделя	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
Раздел 1	**Теория графов**	**5**		**28**	**28**	**0**	**28**	
Тема 1.1	Основные понятия теории графов	5	1	2	0	0	0	Устный опрос *Тест 1 Решение задач
Тема 1.2	Маршруты, цепи, циклы. Разновидности графов.	5	1	2	2	0	2	Устный опрос Тест 1 Решение задач
Тема 1.3	Операции над графами. Матричное задание графов.	5	1-2	2	2	0	2	Устный опрос Тест 1 Решение задач
Тема 1.4	Связность. Поиск путей (маршрутов) с минимальным числом дуг.	5	2	2	4	0	2	Устный опрос Тест 1 Решение задач
Тема 1.5	Эйлеровы цепи и циклы	5	3	3	2	0	4	Устный опрос Тест 1 Решение задач
Тема 1.6	Деревья	5	3-4	3	2	0	2	Устный опрос *Тест 2 Решение задач
Тема 1.7	Задача о кратчайшем пут	5	4-6	8	12	0	10	Устный опрос Тест 2 Решение задач

Тема 1.8	Транспортная сеть	5	6-7	4	4	0	6	Устный опрос Тест 2 Решение задач
Раздел 2	**Случайные процессы**	**5**		**16**	**16**	**0**	**16**	
Тема 2.1	Дискретные случайные величины	5	7-8	6	6	0	6	Устный опрос *Тест 3 Решение задач
Тема 2.2	Непрерывные случайные величин	5	9-10	6	6	0	6	Устный опрос Тест 3 Решение задач
Тема 2.3	Вероятностные и стохастические процессы	5	10-11	4	4	0	4	Устный опрос Тест 3 Решение задач Контрольная работа
Раздел 3	**Системы массового обслуживания**			**8**	**8**	0	**8**	
Тема 3.1	Предмет теории СМО. Классификация СМО.	5	11	2	0	0	2	Устный опрос *Тест 4 Решение задач
Тема 3.2	Расчет показателей одноканальной СМО	5	12	2	4	0	2	Устный опрос Тест 4 Решение задач
Тема 3.3	Расчет показателей многоканальной СМО	5	13	4	4	0	4	Устный опрос Тест 4 Решение зада
	Всего	**156**		**52**	**52**	**0**	**52**	

*-контрольные точки

4.2. Содержание междисциплинарного курса

Наименование разделов и тем	**Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект)**	**Объем часов**	**Уровень освоения**
1	**2**	**3**	**4**
Раздел 1. Теория графов		**84**	
Тема 1.1. Основные понятия теории графов	**Содержание учебного материала**	2(2)	
	Введение: Значение междисциплинарного курса в профессиональной деятельности. Понятие неориентированного (ориентированного) графа. Псевдограф, мультиграф. Инцидентность. Смежные вершины и ребра. Степень вершины. Полустепень исхода (захода). Сумма степеней всех вершин графа. Подграф, остовной подграф. Изоморфизм.		2
	Самостоятельная работа Работа с конспектом лекции	2(2)	
Тема 1.2. Маршруты, цепи, циклы. Разновидности графов.	**Содержание учебного материала**	2(4)	
	Маршрут (путь). Длина маршрута (пути). Замкнутый маршрут (путь). Цепь, простая цепь. Цикл (контур), простой цикл (простой контур). Нагруженные графы(орграфы). Длина пути нагруженного орграфа(графа). Полные графы. Регулярные графы. Полностью несвязные графы. Двудольные графы. Плоские графы. Планарные графы.		2
	Практические занятия Определение элементов графов	2(2)	
	Самостоятельная работа 1. Работа с конспектом лекции 2. Решение задач и упражнений по образцу: нахождение степени вершины, п/степени исхода, захода, определение маршрута(пути).	2(4)	
Тема 1.3 Операции над графами. Матричное задание графов.	**Содержание учебного материала**	2(6)	
	Операция удаления ребра. Операция удаления вершины. Операция добавления ребра. Операция отождествления (слияния) вершин. Операция раздвоения (расщепления) вершины. Операция объединения графов. Операция дополнения графа. Матрица смежности		

	ориентированного и неориентированного графа и их свойства. Матрица инцидентности ориентированного и неориентированного графа и их свойства.		
	Практические занятия Матричное задание графов	2(4)	
	Самостоятельная работа 1. Работа с конспектом лекции 2.Решение задач и упражнений по образцу: построение матриц смежности и инцидентности	2(6)	
Тема 1.4 Связность.	**Содержание учебного материала**	2(8)	
	Связные вершины. Связный граф. Компонент связности. Сильно связный, односторонне связный орграф. Матрица достижимости. Матрица связности. Матрица сильной связности. Алгоритм определения числа компонент сильной связности орграфа и матриц смежности этих компонент.		
	Практические занятия Выделение компонент сильной связности	4(8)	
	Самостоятельная работа 1. Работа с конспектом лекции 2. Решение задач и упражнений по образцу: выделение компонент сильной связности и нахождение матриц смежности этих компонент.	2(8)	
Тема 1.5 Эйлеровы цепи и циклы	**Содержание учебного материала**	2(10)	
	Эйлеровы циклы и эйлеровы цепи. Критерий эйлеровости графа. Алгоритм построения эйлерова цикла в эйлеровом графе. Ориентированные эйлеровы графы. Планарный (плоский) граф. Формула эйлера и следствия из нее. Критеий планарности графа.		2
	Практические занятия Выделение эйлеровых цепей и циклов.	2(10)	
	Самостоятельная работа 1. Работа с конспектом лекции 2. Решение задач и упражнений по образцу: нахождение эйлеровых цепей и циклов 3. Подготовка к тестированию	4(12)	

	Контрольная работа Тестовый контроль по теме 1.1-1.5		2(12)	
Тема 1.6 Деревья	**Содержание учебного материала**		2(14)	
	Мосты и их свойства. Граф-дерево. Лес. Теорема о свойствах деревьев. Ориентированные, упорядоченные, бинарные деревья. Обход графа по глубине и ширине. Остовные деревья графа. Минимальные остовные деревья. Алгоритм Краскала построения минимального остовного дерева. Алгоритм Дейкстры-Прима построения минимального остовного дерева.			
	Практические занятия Построение минимального остовного дерева		2(12)	
	Самостоятельная работа 1.Работа с конспектом лекции 2. Решение задач и упражнений по образцу: выделение минимального остовного дерева		2(14)	
Тема 1.7 Задача о кратчайшем пути	**Содержание учебного материала**		8	
	1	**Алгоритм фронта волны** Определение минимального пути графа (нагруженного графа). Свойства минимальных путей. Алгоритм фронта волны. Задача о кратчайшем пути и алгоритм Дейкстры ее решения.	2(16)	
	2	**Алгоритм Беллмана** решения задачи о кратчайшем пути.	2(18)	
	3	**Алгоритм Флойда** отыскания кратчайших путей между всеми парами вершин графа	2(20)	
	4	**Графы атак:** Основные проблемы синтеза графов атак	2(22)	
	Практические занятия 1. Алгоритм фронта волны. Расстояние в графе. 2. Алгоритм Дейкстры 3. Адгоритм Беллмана 4. Алгоритм Флойда		2(14) 4(18) 4(22) 2(24)	
	Самостоятельная работа 1.Работа с конспектом лекции 2. Решение задач и упражнений по образцу: построение минимальных путей с использованием алгоритма фронта волны, Дейкстры, Беллмана, Флойда		8(22)	

Тема 1.8 Транспортная сеть	**Содержание учебного материала**		4	
	1	**Поток в транспортной сети:** Транспортная сеть. Пропускная способность. Допустимый поток. Полный поток. Алгоритм построения полного потока в транспортной сети. Граф приращений.	2(24)	
	2	**Разрез:** Разрез транспортной сети. Пропускная способность разреза. Теорема Форда-Фалкерсона. Алгоритм построения максимального потока в транспортной сети	2(26)	
	Практические занятия Транспортная сеть		4(28)	
	Самостоятельная работа 1.Работа с конспектом лекции 2. Решение задач и упражнений по образцу: построение полного и максимального потока 3. Подготовка к тестированию		6(28)	
	Контрольная работа Тестовый контроль по теме 1.6-1.8		2(28)	
Раздел 2. Случайные процессы			**48**	
Тема 2.1 Дискретные случайные величины	**Содержание учебного материала**		6	
	1	**Виды случайных величин. Дискретная случайная величина:** Случайная величина. Дискретные и непрерывные случайные величины. Закон распределения вероятностей ДСВ. Биноминальное распределение. Распределение Пуассона. Простейший поток событий.	2(30)	2
	2	**Числовые характеристики ДСВ:** Числовые характеристики ДСВ. Математическое ожидание ДСВ. Свойства математического ожидания. Отклонение случайной величины от ее математического ожидания. Дисперсия ДСВ, формула для вычисления. Свойства дисперсии. Среднее квадратическое отклонение.	2(32)	
	3	**Закон больших чисел:** Неравенство Чебышева. Теорема Чебышева. Сущность теоремы Чебышева. Значение теоремы Чебышева для практики. Теорема Бернулли.	2(34)	
	Практические занятия 1. Закон распределения ДСВ		2(30)	

	2. Числовые характеристики ДСВ		4(34)	
	Самостоятельная работа 1.Работа с конспектом лекции 2. Решение задач и упражнений по образцу: построение закона распределения ДСВ, нахождение числовых характеристик ДСВ.		6(34)	
Тема 2.2. Непрерывные случайные величины	**Содержание учебного материала**		6	
	1	**Функция распределения вероятностей случайной величины:** Определение функции распределения. Свойства функции распределения. Плотность распределения. Свойства плотности распределения. Числовые характеристики НСВ.	2(36)	2
	2	**Законы распределения НСВ:** Нормальное распределение. Нормальная кривая. Влияние параметров нормального распределения на форму нормальной кривой. Вероятность попадания в заданный интервал. Правило трех сигм. Понятие о теореме Ляпунова. Формулировка центральной предельной теоремы. Асимметрия и эксцесс. Определение показательного распределения. Вероятность попадания в интервал. Числовые характеристики. Функция надежности. Показательный закон надежности, характеристическое свойство.	2(38)	
	3	**Понятие о системе двух случайных величин:** Понятие о системе нескольких случайных величин. Закон распределения вероятностей дискретной двумерной случайной величины. Функция распределения двумерной случайной величины и ее свойства. Двумерная плотность вероятности.	2(40)	
	Практические занятия 1. Непрерывные случайные величины 2. Законы распределения НСВ		4(38) 2(40)	
	Самостоятельная работа 1.Работа с конспектом лекции 2. Решение задач и упражнений по образцу: нахождение числовых характеристик НСВ, равномерное, нормальное и показательное распределение.		6(40)	
Тема 2.3 Вероятностные и	**Содержание учебного материала**		2	

стохастические процессы	Понятие случайного процесса, вероятностные и стохастические процессы. Марковский случайный процесс. Марковский процесс с дискретным временем.Марковский процесс с непрерывным временем. Процесс гибели и размножения.	2(42)	
	Практические занятия Моделирование марковских процессов	4(44)	
	Самостоятельная работа 1.Работа с конспектом лекции 2. Решение задач и упражнений по образцу: моделирование марковских процессов с дискретным и непрерывным временем 3. Подготовка к тестированию	4(44)	
	Контрольная работа Тестовый контроль по теме 2.1-2.3	2(44)	
Раздел 3. Системы массового обслуживания		**24**	
Тема 3.1 Предмет теории СМО. Классификация.	**Содержание учебного материала**	2(46)	
	Предмет теории СМО. Задачи теории СМО. Каналы обслуживания. Требования. Структура обслуживающей системы. Основные элементы СМО. Классификация по числу каналов, по времени пребывания заявки в очереди, по дисциплине обслуживания. Показатели эффективности использования СМО. Показатели качества обслуживания заявок. Простейший поток требований и его свойства		2
	Самостоятельная работа Работа с конспектом лекции	2(46)	
Тема 3.2 Расчет показателей одноканальной СМО	**Содержание учебного материала**	2(48)	
	Одноканальная система с отказами. Одноканальная СМО с ожиданием и неограниченной очередью. Одноканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди.		2
	Практические занятия Расчет показателей одноканальной СМО	4(48)	
	Самостоятельная работа 1.Работа с конспектом лекции 2. Решение задач и упражнений по образцу: нахождение показателей эффективности использования одноканальной СМО и показатели качества обслуживания заявок.	2(48)	

Тема 3.3 Расчет показателей многоканальной СМО	**Содержание учебного материала**	2(50)	
	Многоканальная СМО с отказами. Многоканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди. Многоканальная СМО с ожиданием и неограниченной очередью.		
	Практические занятия Расчет показателей многоканальной СМО	4(52)	
	Самостоятельная работа 1.Работа с конспектом лекции 2. Решение задач и упражнений по образцу: нахождение показателей эффективности использования многоканальной СМО и показатели качества обслуживания заявок. 3. Подготовка к тестированию	4(52)	
	Контрольная работа Тестовый контроль по теме 3.1-3.3	2(52)	
	Итого	**156**	

4.3. Структура и содержание самостоятельной работы междисциплинарного курса

№	Раздел дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
Раздел 1. Элементы теории вероятностей				
1.1	Основные понятия теории графов	Подготовка к устному опросу	2	Устный опрос
1.2	Маршруты, цепи, циклы. Разновидности графов.	Подготовка к устному опросу	1	Устный опрос
		Написание письменной домашней работы	1	Решение задач
1.3	Операции над графами. Матричное задание графов.	Подготовка к устному опросу	1	Устный опрос
		Написание письменной домашней работы	1	Решение задач
1.4	Связность. Поиск путей (маршрутов) с минимальным числом дуг.	Подготовка к устному опросу	1	Устный опрос
		Написание письменной домашней работы	1	Решение задач
1.5	Эйлеровы цепи и циклы	Подготовка к устному опросу	1	Устный опрос
		Написание письменной домашней работы	1	Решение задач
		Подготовка к тестированию	2	Тестирование
1.6	Деревья	Подготовка к устному опросу	1	Устный опрос
		Написание письменной домашней работы	1	Решение задач
1.7	Задача о кратчайшем пути	Подготовка к устному опросу	4	Устный опрос
		Написание письменной домашней работы	4	Решение задач
1.8	Транспортная сеть	Подготовка к устному опросу	2	Устный опрос
		Написание письменной домашней работы	2	Решение задач
		Подготовка к тестированию	2	Тестирование
Раздел 2. Случайные процессы				
2.1	Дискретные случайные величины	Подготовка к устному опросу	2	Устный опрос
		Написание письменной домашней работы	4	Решение задач

2.2	Непрерывные случайные величины	Подготовка к устному опросу	2	Устный опрос
		Написание письменной домашней работы	4	Решение задач
2.7	Вероятностные и стохастические процессы	Подготовка к устному опросу	1	Устный опрос
		Написание письменной домашней работы	1	Решение задач
		Подготовка к тестированию	2	Тестирование
Раздел 3 Системы массового обслуживания				
3.1	Предмет теории СМО. Классификация СМО.	Подготовка к устному опросу	2	Устный опрос
3.2	Расчет показателей одноканальной СМО	Подготовка к устному опросу	1	Устный опрос
		Написание письменной домашней работы	1	Решение задач
3.3	Расчет показателей многоканальной СМО	Подготовка к устному опросу	1	Устный опрос
		Написание письменной домашней работы	1	Решение задач
		Подготовка к тестированию по разделу	2	Тестирование
ИТОГО			52	

5. Образовательные технологии

Освоение МДК «Математический аппарат для построения компьютерных сетей» предполагает использование как традиционных (лекции, практические занятия с использованием методических материалов), так и инновационных образовательных технологий с использованием в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: мультимедийных программ, включающих подготовку и выступления студентов на семинарских занятиях с фото-, аудио- и видеоматериалами по предложенной тематике.

Занятия, проводимые в активной и интерактивной формах

Номер темы	Наименование темы	Форма проведения занятия	Объем в часах
Тема 1.1	Основные понятия теории графов	Презентация	1
Тема 1.2	Маршруты, цепи, циклы. азновидности графов.	Презентация	1
Тема 1.3	Операции над графами. Матричное задание графов.	Действия по инструкции (алгоритму)	2

Тема 1.4	Связность. Поиск путей (маршрутов) с минимальным числом дуг.	Действия по инструкции (алгоритму)	4
Тема 1.5	Эйлеровы цепи и циклы	Презентация	2
Тема 1.7	Задача о кратчайшем пути	Действия по инструкции (алгоритму)	6
Тема 1.8	Транспортная сеть	Презентация	1
Раздел 2	**Случайные процессы**		
Тема 2.1	Дискретные случайные величины	Презентация	1
Раздел 3	**Системы массового обслуживания**		
Тема 3.1	Предмет теории СМО. Классификация СМО.	Презентация	2
Тема 3.2	Расчет показателей одноканальной СМО	Презентация	3
Тема 3.3	Расчет показателей многоканальной СМО	Презентация	3
Всего по дисциплине			26

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения междисциплинарного курса и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Оценочные средства текущего контроля

Тема 1.1. Основные понятия теории графов

Устный опрос(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8): На какие понятия опираются понятия теории графов? Для каких целей используются графы? Сформулируйте понятие графа. Как представляется граф геометрически? Что представляют собой ориентированные и неориентированные графы? В каких случаях и почему используются ориентированные и неориентированные графы? Какие вершины называют смежными? Какие вершины называют инцидентными? Что называют степенью, полустепенью исхода(захода) вершины?

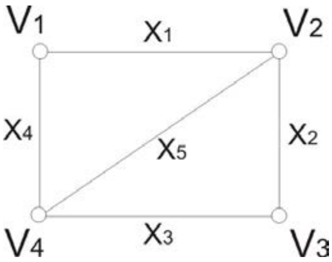
Тема 1.2. Маршруты, цепи, циклы. Разновидности графов.

Устный опрос(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)**:** Какие разновидности графов вы знаете, какими свойствами они обладают? Что называют маршрутом (путем)? Что называется длиной маршруты(пути)? Что входит в понятие " цепь ", «простая цепь»? Что входит в понятие «цикл (контур)», «простой цикл(контур)»?

Решение задач: (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)

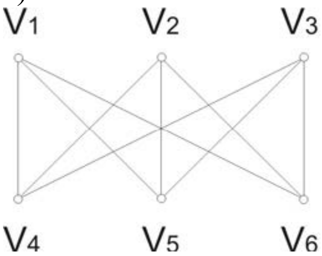
1. Сколько вершин? Какие смежные, а какие нет?

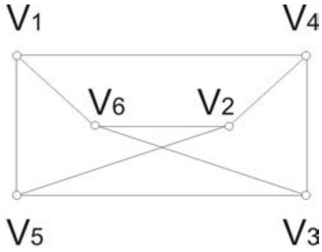
Сколько ребер? Какие смежные, а какие нет?



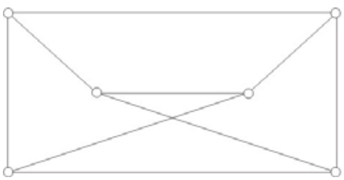
2. Будут ли графы изоморфны?

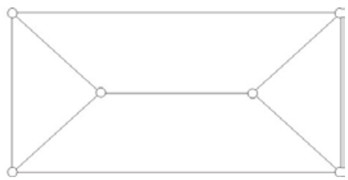
а)





б) Будут ли графы изоморфны?

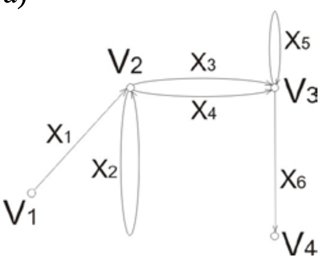




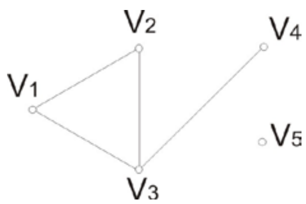
в)Построить граф, изоморфный любому из б).

3. Определить степени (полустепени) вершин

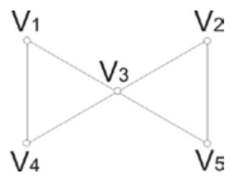
а)



б)



4. Для данного графа определить: Маршрут, цепь, цикл, простую цепь, простой цикл.



1. v_1,v_3,v_1,v_4
2. v_1,v_4,v_3,v_2,v_5
3. $v_1,v_3,v_5,v_2,v_3,v_4,v_1$
4. v_1,v_3,v_4,v_1
5. v_1,v_3,v_5,v_2,v_3,v_4

5. Приведите пример ориентированного и неориентированного графа. Для заданных вершин u, v найдите все цепи и простые цепи их связывающие.

6. Приведите пример ориентированного и неориентированного графа. Для заданной вершины v постройте цикл (контур), простой цикл (простой контур) ее содержащий

Задачи для самостоятельного решения:

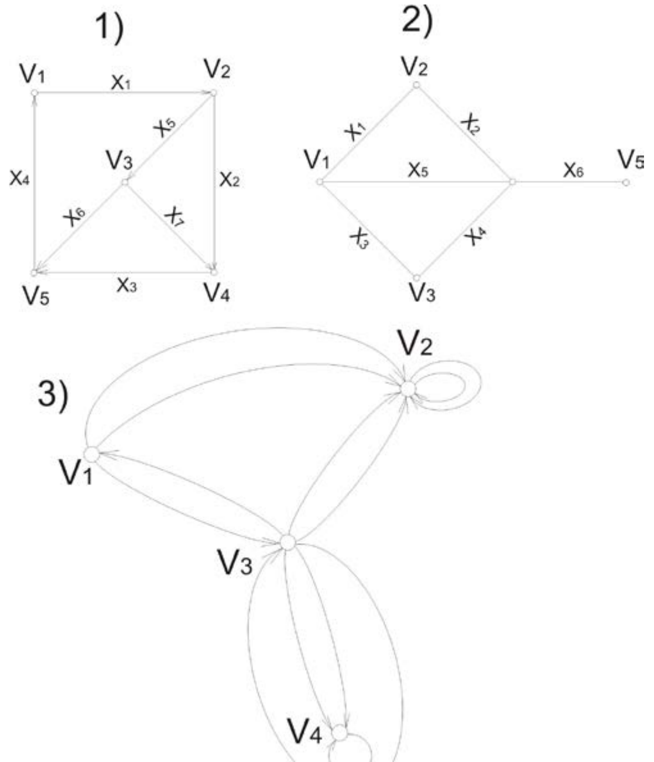
1. Постройте ориентированный и неориентированный граф содержащий не менее 6 вершин . Для заданных вершин u, v найдите все цепи и простые цепи их связывающие.
2. Постройте ориентированный и неориентированный граф содержащий не менее 6 вершин. Для заданной вершины v постройте цикл (контур), простой цикл (простой контур) ее содержащий.

Тема 1.3 Операции над графами. Матричное задание графов.

Устный опрос(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)**:** Дайте определение матрицы смежности графа, орграфа, псевдографа. Как составляется матрица смежности графа, орграфа, псевдографа? Дайте определение матрицы инцидентностии графа, орграфа. Как составляется матрица инцидентности графа, орграфа? Можно ли построить матрицу инцидентности для псевдографа и почему?

Решение задач(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)

1. Найти матрицы смежности и инциденций для графов (орграфов).



2. Построить изображение графа (орграфа). Найти степени (полустепени) вершин. Постройте матрицу инцидентности этого графа.

а)

0	1	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0
1	0	0	0	0	1
1	1	1	0	0	1
0	0	0	0	0	1
1	0	1	1	0	0

б)

1	0	1	1	0	0
0	0	0	1	1	0
1	0	0	0	0	1
1	1	0	1	0	0
0	1	0	0	2	0
0	0	1	0	0	0

3. Дана матрица A(D) или B(D).Найти матрицу B(D) или A(D) не прибегая к построению графа

1)A(D)=

1	0	1	1
0	1	0	1
1	1	0	1
0	0	1	0

2)B(D)=

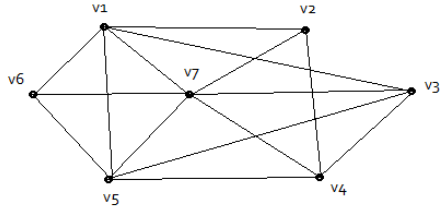
-1	1	0	-1	0	0
0	0	1	0	1	0
0	0	-1	0	0	-1
1	-1	0	1	-1	0
0	0	0	0	0	1

4. Приведите пример
1) Полного графа K_3,K_4
2) Регулярного графа при k=2,3,4
3) Полностью несвязного графа N_3, N_5
4) Двудольного графа K_3K_5, K_1K_8
5) Плоского графа с пятью вершинами
6) Планарного графа с пятью вершинами

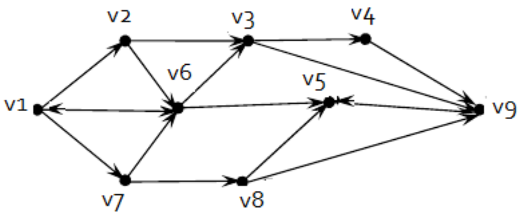
Задачи для самостоятельного решения:

Граф задан диаграммой.
1) Составьте для него матрицу смежности
2) Постройте матрицу инцидентности
3) Укажите степени(полустепени) вершин графа
4) Найдите длину пути из вершины v1 в вершину v5, составьте маршруты длины 5, цепь и простую цепь, соединяющие эти вершины
5) Постройте простой цикл, содержащий вершину v4
6) Определите вид заданного графа

а)



б)



Тема 1.4 Связность.

Устный опрос(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)**:** Какой граф называется связным, сильно связным. Дайте определение компоненты связности (сильной связности). Дайте определение матрицы достижимости, связности, сильной связности. По каким формулам находятся матрицы достижимости, связности, сильной связности.

Решение задач: (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)

Орграф задан матрицей смежности. Определить матрицу сильной связности S(D). Используя алгоритм найти количество компонент сильной связности орграфа D и определить матрицы смежности этих компонент. Построить изображение орграфа и его компонент сильной связности.

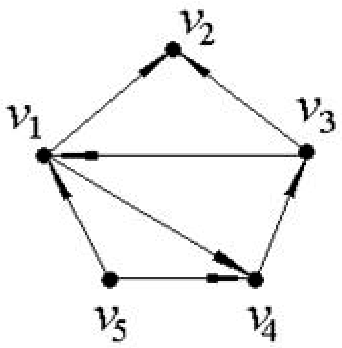
а) $A(D)=\begin{matrix} 0&1&0&0&1&0 \\ 0&0&0&0&0&1 \\ 0&1&0&1&0&0 \\ 0&0&1&0&0&1 \\ 1&0&0&1&0&1 \\ 0&1&0&0&0&0 \end{matrix}$

б) $A(D)=\begin{matrix} 0&1&0&0&0 \\ 1&0&0&0&0 \\ 0&1&0&1&0 \\ 0&0&0&0&1 \\ 0&0&1&0&0 \end{matrix}$

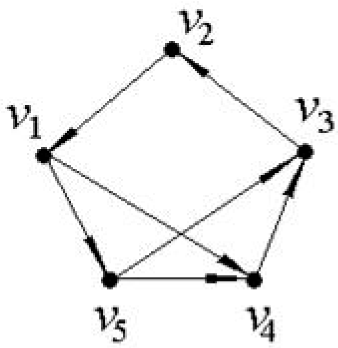
Задачи для самостоятельного решения:

С помощью матрицы смежности найти компоненты сильной связности ориентированного графа D.

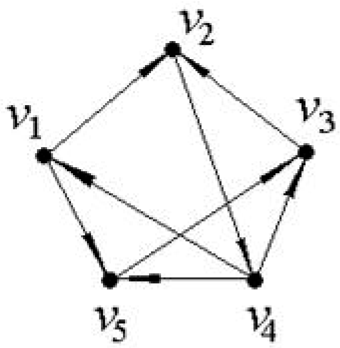
а)



б)



в)



Тема 1.5 Эйлеровы цепи и циклы

Устный опрос(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)**:** Дайте понятие моста , разделяющей вершины, грани плоского графа. Какой граф называется эйлеровым. Сформулируйте теорему Эйлера. Методика нахождения эйлерова цикла в эйлеровом графе.

Решение задач: (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)

Проверить, существуют ли в мультиграфах, заданных матрицами смежности, эйлеровы цепи и циклы? Если да, то найти их.

$$А)\ \begin{matrix} 0&2&0&1&0&2\\ 2&0&1&0&1&0\\ 0&1&0&2&0&1\\ 1&0&2&0&2&0\\ 0&1&0&2&0&1\\ 2&0&1&0&1&0 \end{matrix} \qquad б)\ \begin{matrix} 1&2&0&0&0&1\\ 2&0&2&1&0&1\\ 0&2&1&1&0&0\\ 0&1&1&0&2&2\\ 0&0&0&2&0&2\\ 1&1&0&2&2&0 \end{matrix}$$

Задачи для самостоятельного решения:

Проверить, существуют ли в мультиграфе, заданным матрицей смежности, эйлеровы цепи и циклы? Если да, то найти их.

$$\begin{matrix} 0&1&1&0&2&0\\ 1&0&0&1&0&2\\ 1&0&0&2&0&1\\ 0&1&2&0&1&0\\ 2&0&0&1&0&1\\ 0&2&1&0&1&0 \end{matrix}$$

Тестирование(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)

Раздел 1. Теория графов

Темы: Основные понятия теории графов
Маршруты, цепи, циклы. Разновидности графов
Операции над графами. Матричное задание графов.
Связность. Поиск путей (маршрутов) с минимальным числом дуг.
Эйлеровы цепи и циклы

Вопросы тестирования

1. Для того, чтобы n-вершинный орграф D с матрицей смежности A(D) имел хотя бы один контур необходимо и достаточно, чтобы матрица **2** имела не нулевые диагональные элементы.
   1) $K=A^1+A^2+\ldots+A^n$
   2) $K=A^2+A^3+\ldots+A^n$
   3) $K=A^2+A^3+\ldots+A^{n-1}$
2. Для того, чтобы n-вершинный псевдограф D с матрицей смежности A(D) имел хотя бы один контур необходимо и достаточно, чтобы матрица **1** имела не нулевые диагональные элементы.
   1) $K=A^1+A^2+\ldots+A^n$
   2) $K=A^2+A^3+\ldots+A^n$
   3) $K=A^2+A^3+\ldots+A^{n-1}$
3. Объединением графов G1(V1,X1) и G2(V2,X2) называется граф **1**
   1) $G_1UG_2(V_1UV_2,\ X_1UX_2)$
   2) $G_1UG_2(V_1\cap V_2,\ X_1UX_2)$
   3) $G_1UG_2(V_1UV_2,\ X_1\cap X_2)$
   4) $G_1UG_2(V_1\cap V_2,\ X_1\cap X_2)$

4. Матрицей достижимости орграфа D называется квадратная матрица T(D) порядка n , такая что: **1**

1) $t_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если } v_j \text{ достижима из } v_i \\ 0, \text{в противном случае} \end{cases}$

2) $t_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если } v_j \text{ достижима из } v_i \text{ и одновременно} \\ \qquad v_i \text{ достижима из } v_j \\ 0, \text{в противном случае} \end{cases}$

3) $t_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если } i = j \text{ или существует маршрут соединяющий} \\ \qquad v_i \text{ и } v_j \\ 0, \text{в противном случае} \end{cases}$

5. Матрицей сильной связности орграфа D называется квадратная матрица S(D) порядка n, такая что: **2**

1) $s_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если } v_j \text{ достижима из } v_i \\ 0, \text{в противном случае} \end{cases}$

2) $s_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если } v_j \text{ достижима из } v_i \text{ и одновременно} \\ \qquad v_i \text{ достижима из } v_j \\ 0, \text{в противном случае} \end{cases}$

3) $s_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если } i = j \text{ или существует маршрут соединяющий} \\ \qquad v_i \text{ и } v_j \\ 0, \text{в противном случае} \end{cases}$

6. Матрицей связности графаG называется квадратная матрица S(G) порядка n, такая что: **3**

1) $s_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если } v_j \text{ достижима из } v_i \\ 0, \text{в противном случае} \end{cases}$

2) $s_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если } v_j \text{ достижима из } v_i \text{ и одновременно} \\ \qquad v_i \text{ достижима из } v_j \\ 0, \text{в противном случае} \end{cases}$

3) $s_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если } i = j \text{ или существует маршрут соединяющий} \\ \qquad v_i \text{ и } v_j \\ 0, \text{в противном случае} \end{cases}$

7. 1)Пусть G(V,X) – граф с матрицей смежности A(G), тогда матрица связности графа G находится по формуле **3**
   1) $S(G) = sign\ (E + A + A^2 + \ldots + A^n)$
   2) $S(G) = sign\ (E + A^2 + A^3 \ldots + A^{n-1})$
   3) $S(G) = sign\ (E + A + A^2 + \ldots + A^{n-1})$
   4) $S(G) = sign\ (A + A^2 + \ldots + A^{n-1})$

8. Путь в нагруженном орграфе D из V в W называется минимальным, если:
   - он имеет минимальную длину среди некоторых путей орграфа D из V в W.

- **он имеет минимальную длину среди всех путей орграфа D из V в W.**
- он имеет минимальную длину среди замкнутых путей орграфа D из V в W.
- он имеет минимальную длину среди простых цепей орграфа D из V в W.

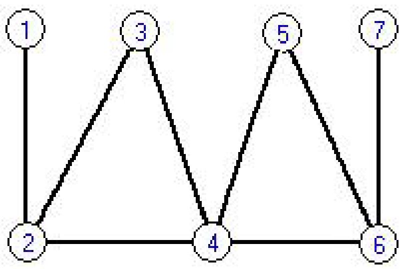
9. Выберите справедливые свойства минимальных путей в нагруженном орграфе:
1, 2, **3, 4**, 5, 6.
   1) если V … UW – min путь (маршрут) среди путей из V в W, содержащих не более (k+1) дуг (ребер), то V …U будет min путь (маршрут) среди путей, содержащих не боле k-дуг (ребер).
   2) если $\forall x \in X$ $L(X)>0$, то любой min путь (маршрут) является замкнутым;
   3) если $V_1 V_2 \ldots V_k$ - min путь (маршрут) для любых номеров i, j таких, что $1 \le i \ldots \le j \le k$, путь $V_i V_{i+1} \ldots V_{j-1} V_j$ тоже является min;
   4) если $\forall x \in X$ $L(X)>0$, то любой min путь (маршрут) является простой цепью;
   5) если V … UW – min путь (маршрут) среди путей из V в W, содержащих не более (k+1) дуг (ребер), то V …U будет min путь (маршрут) среди путей, содержащих не менее k- дуг (ребер).
   6) если $V_1 V_2 \ldots V_k$ - min путь (маршрут) для любых номеров i, j таких, что $1 \le j \ldots \le i \le k$, путь $V_i V_{i+1} \ldots V_{j-1} V_j$ тоже является min;

10. Пусть G(V,X) граф; v,w- две его вершины. Длина кратчайшего маршрута изv в w называется **расстоянием** между вершинами v,w.

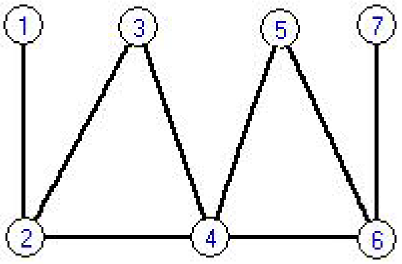
11. Выберите справедливые свойства расстояния:
1, ***2, 3,*** 4, ***5, 6,*** 7.

Расстояние d(v,x) удовлетворяют следующим условиям:
   1) $d(v,w) \neq d(w,v)$;
   2) $d(x,w) \geq 0$;
   3) $d(v,w) = 0$ тогда и только тогда, когда v=x;
   4) $d(v,w) \leq 0$;
   5) $d(v,w) = d(w,v)$;
   6) $d(v,u) + d(u,w) \geq d(v,w)$ где u,v,w из V;
   7) $d(v,u) + d(u,w) \leq d(v,w)$ где u,v,w из V ;

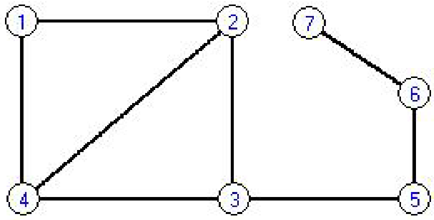
12. Для данного графа определить радиус: **2**



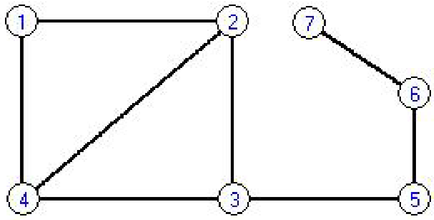
13. Для данного графа определить диаметр: **4**



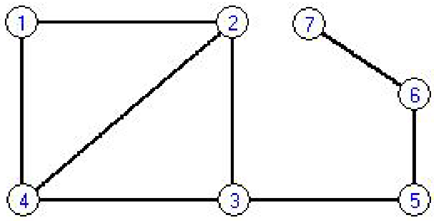
14. Для данного графа определить радиус: **3**



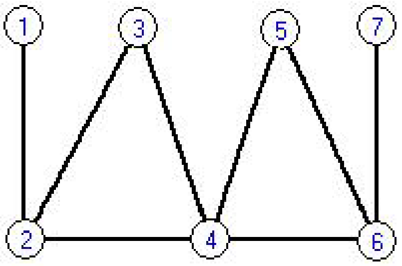
15. Для данного графа определить диаметр: **5**



16. Перечислить центральные вершины: **3,5**



17. Перечислить центральные вершины: **4**



18. Граф с кратными ребрами и петлями называется:
    1) **Псевдограф**
    2) Мультиграф
    3) Орграф

4) граф

19. Граф с кратными ребрами называется
    1) Псевдограф
    2) Мультиграф
    3) Орграф
    4) граф

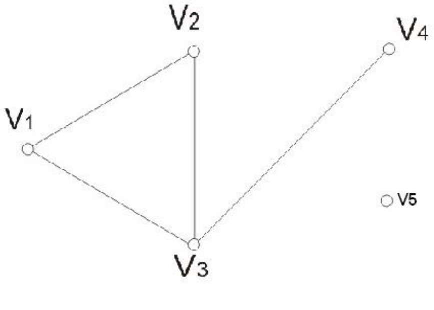
20. Если вершина v является концом (началом или концом) ребра (дуги) x , то говорят, что v и x **инцидентны**

21. Ребра, инцидентные одной вершине называются ребрами:
    1) кратными
    2) параллельными
    3) изолированными
    4) смежными

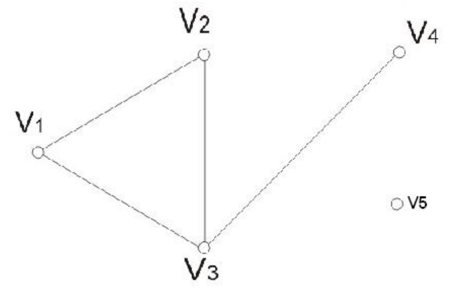
22. Одинаковые пары в X называются _______ ребрами:
    5) кратными
    6) параллельными
    7) изолированными
    8) смежными

23. Степенью вершины v графа G называется число:
    1) ребер графа G, кратных вершине v
    2) ребер графа G, инцидентных вершине v
    3) вершин графа G степени 0
    4) вершин графа G степени 1
24. Вершина графа, имеющая степень 0 называется
    9) изолированной
    10) висячей
    11) кратной
    12) инцидентной
25. Вершина графа, имеющая степень 1 называется
    13) изолированной
    14) висячей
    15) кратной
    16) инцидентной

26. Определить степень вершины V3: **3**

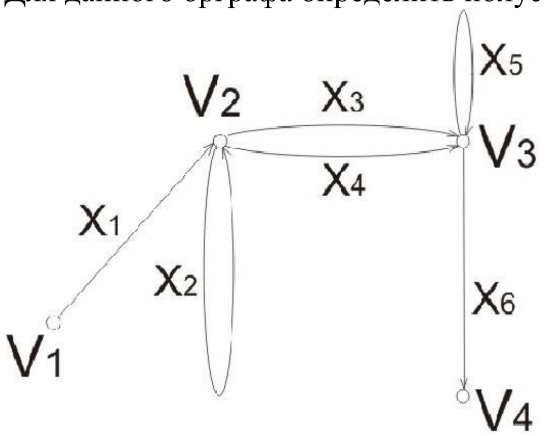


27. Определить степень вершины V5: **0**

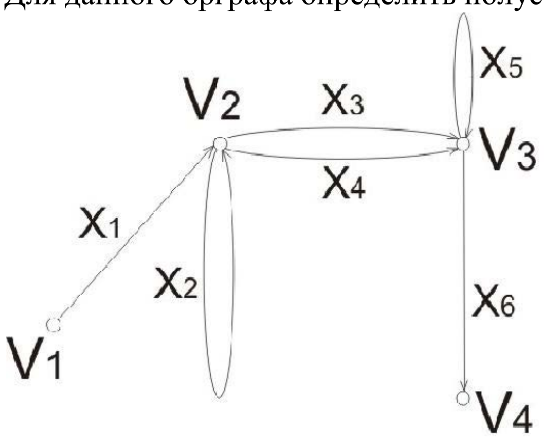


28. Полустепенью исхода вершины v орграфа D называется число дуг орграфа
1) **исходящих из вершины v**
2) заходящих в вершину v
3) инцидентных вершине v
4) не инцидентных вершине v

29. Для данного орграфа определить полустепень исхода вершины v2: **3**



30. Для данного орграфа определить полустепень захода вершины v2: **2**



31. Сумма степеней всех вершин графа есть число :
    1) равное 0
    2) нечетное
    3) **четное**
    4) равное 1

32. Незамкнутый маршрут (путь), в котором все ребра (дуги) попарно различны, называется

1) простой цепью,
2) **цепью**
3) циклом
4) конткром

33. Незамкнутый маршрут (путь), в котором все ребра (дуги) попарно различны и в котором все вершины попарно различны называется:
    1) **простой цепью**
    2) цепью
    3) циклом
    4) конткром

34. Замкнутый маршрут, в котором все ребра попарно различны, называется:
    1) простой цепью
    2) цепью
    3) **циклом**
    4) конткром.

35. Граф, у которого любые две вершины смежные называется:
    1) **полным графом**
    2) регулярным графом
    3) полностью несвязным графом
    4) двудольным графом
    5) плоским графом
    6) планарным графом.

36. Граф, у которого все вершины имеют одну и ту же степень называется:
    7) полным графом
    8) **регулярным графом**
    9) полностью несвязным графом
    10) двудольным графом
    11) плоским графом
    12) планарным графом.
37. Граф, у которого множество ребер пусто, называется:
    13) полным графом
    14) регулярным графом
    15) **полностью несвязным графом**
    16) двудольным графом
    17) плоским графом
    18) планарным графом.
38. Граф, у которого существует такое разбиение множества его вершин на два класса, при котором концы каждого ребра лежат в разных классах, называется:
    19) полным графом
    20) регулярным графом
    21) полностью несвязным графом
    22) **двудольным графом**
    23) плоским графом
    24) планарным графом.

39. Граф,вершины которого являются точками плоскости, а ребра - непрерывными плоскими линиями без самопересечений , называется:
    25) полным графом

26) регулярным графом
27) полностью несвязным графом
28) двудольным графом
29) плоским графом
30) планарным графом.

40. Граф,изоморфный некоторому плоскому графу , называется:
    31) полным графом
    32) регулярным графом
    33) полностью несвязным графом
    34) двудольным графом
    35) плоским графом
    36) планарным графом.

41. Маршрут(путь) называется **замкнутым**, если его начальная вершина совпадает с конечной.
42. Число ребер (дуг) в маршруте (пути) называется **длиной** маршрута (пути)
43. Матрицей смежности орграфа D называется квадратная матрица A(D) порядка n у которой (ввести ответ без скобки): **1**

$$1)\ a_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если } (v_i, v_j) \in X \\ 0, \text{если } (v_i, v_j) \overline{\in} X \end{cases}$$

$$2)\ a_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если вершина } v_i \text{является концом дуги } x_j \\ -1, \text{есливершина } v_i \text{является началом дуги } x_j \\ 0, \text{если вершина } v_i \text{ не инцидентна дуге } x_j \end{cases}$$

$$3)\ a_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если вершина } v_i \text{ инцидентна ребру } x_j \\ 0, \text{если вершина } v_i \text{ не инцидентна ребру } x_j \end{cases}$$

44. Матрицей инцидентности орграфа D называется матрица B(D) порядка n*m у которой (ввести ответ без скобки): **2**

$$1)\ b_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если } (v_i, v_j) \in X \\ 0, \text{если } (v_i, v_j) \overline{\in} X \end{cases}$$

$$2)\ b_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если вершина } v_i \text{является концом дуги } x_j \\ -1, \text{есливершина } v_i \text{является началом дуги } x_j \\ 0, \text{если вершина } v_i \text{ не инцидентна дуге } x_j \end{cases}$$

$$3)\ b_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если вершина } v_i \text{ инцидентна ребру } x_j \\ 0, \text{если вершина } v_i \text{ не инцидентна ребру } x_j \end{cases}$$

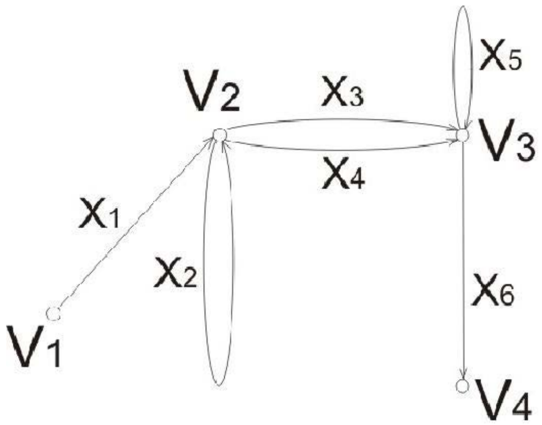
45. Матрицей инцидентности графа G называется матрица B(G) у которой (ввести ответ без скобки): **3**

$$1)\ b_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если } (v_i, v_j) \in X \\ 0, \text{если } (v_i, v_j) \overline{\in} X \end{cases}$$

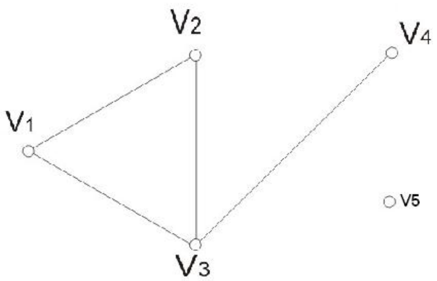
$$2)\ b_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если вершина } v_i \text{ является концом дуги } x_j \\ -1, \text{если вершина } v_i \text{ является началом дуги } x_j \\ 0, \text{если вершина } v_i \text{ не инцидентна дуге } x_j \end{cases}$$

$$3)\ b_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если вершина } v_i \text{ инцидентна ребру } x_j \\ 0, \text{если вершина } v_i \text{ не инцидентна ребру } x_j \end{cases}$$

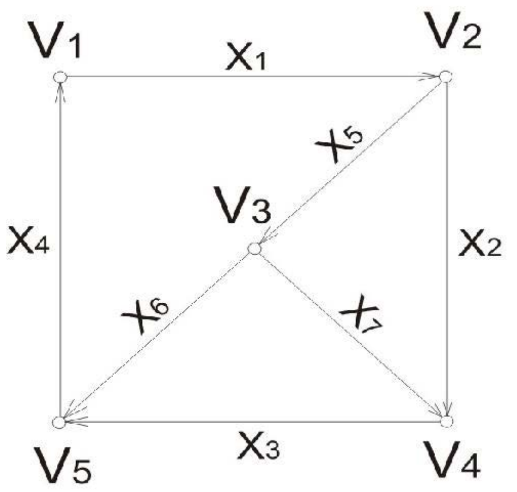
46. Введите последовательно через пробел элементы строк матрицы A(D):
    0 1 0 0
    0 1 2 0
    0 0 1 1
    0 0 0 0



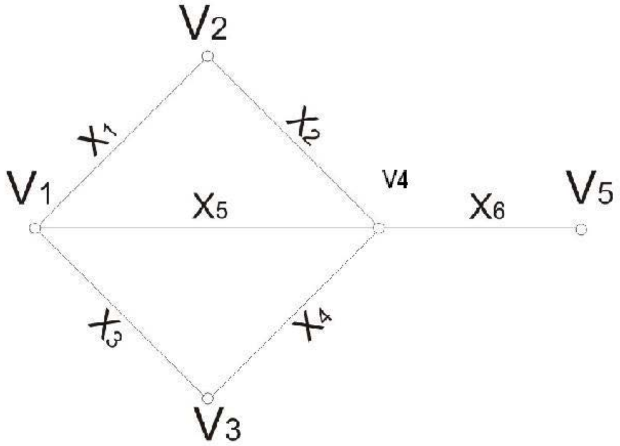
47. Введите последовательно через пробел элементы строк матрицы A(G):
    0 1 1 0 0
    1 0 1 0 0
    1 1 0 1 0
    0 0 1 0 0
    0 0 0 0 0



48. Введите последовательно через пробел элементы столбцов матрицы B(D):
    -1 1 0 0 0
    0 -1 0 1 0
    0 0 0 -1 1
    1 0 0 0 -1
    0 -1 1 0 0
    0 0 -1 0 1
    0 0 -1 1 0



49. Введите последовательно через пробел элементы столбцов матрицы B(G):
    1 1 0 0 0
    0 1 0 1 0
    1 0 1 0 0
    0 0 1 1 0
    1 0 0 1 0
    0 0 0 1 1



50. Формула нахождения матрицы достижимости орграфа D(V,X).(ввести ответ без скобки): **1**
    1) $T(D) = sign\ (E + A + A^2 + \ldots + A^{n-1})$;
    2) $T(D) = sign\ (E + A^2 + A^3 \ldots + A^{n-1})$;
    3) $S(D) = T(D) * T(D)^T$
51. Формула нахождения матрицы сильной связности орграфа D(V,X).(ввести ответ без скобки): **2**
    1) $T(D) = sign\ (E + A^2 + A^3 \ldots + A^{n-1})$;
    2) $S(D) = T(D) * T(D)^T$
    3) $S(D) = T(D)^T * T(D)$
    4) $S(D) = sign\ (E + A^2 + A^3 \ldots + A^{n-1})$;

52. Пусть G псевдограф. Цепь(цикл) в G называется эйлеровой, если:
    1) она проходит через каждую вершину псевдорграфа G

2) она проходит по одному разу через каждую вершину псевдографа G
3) она проходит через каждое ребро псевдографа G
4) она проходит по одному разу через каждое ребро псевдографа G

53. Для того, чтобы связный псевдограф G обладал эйлеровым циклом необходимо и достаточно, чтобы:
    1) степени его вершин были нечетными
    2) степени его вершин были четными
    3) все его ребра были кратными
    4) он имел ровно две вершины нечетной степени
    5) он имел ровно две вершины четной степени

54. Для того, чтобы связный псевдограф G обладал эйлеровой цепью необходимо и достаточно, чтобы:
    1) степени его вершин были нечетными
    2) степени его вершин были четными
    3) все его ребра были кратными
    4) он имел ровно две вершины нечетной степени
    5) он имел ровно две вершины четной степени

55. Пусть G псевдограф. Цепь(цикл) в G называется гамильтоновой, если:
    - она проходит через каждую вершину псевдографа G
    - **она проходит по одному разу через каждую вершину псевдографа G**
    - она проходит через каждое ребро псевдографа G
    - она проходит по одному разу через каждое ребро псевдографа G

56. В любом конечном графе G число вершин несетной степени **четно** или равно **нулю.**

57. Связный орграф является эйлеровым тогда и только тогда, когда: **1**

    1) $\delta^-(v) = \delta^-(v)$

    2) $\delta^-(v); \delta^-(v)$ – четные числа

    3) $\delta\ (v) \leq \frac{n}{2}$ и $\delta\ (v) \leq \frac{n}{2}$

    4) $\delta^-(v) \geq \delta^-(v)$

    5) $\delta^-(v) \leq \delta^-(v)$

    6) $\delta^-(v) \geq \frac{n}{2}$ и $\delta^-(v) \geq \frac{n}{2}$

    7) $\delta^-(v) \leq \frac{n}{2}$ или $\delta^-(v) \leq \frac{n}{2}$

58. Сильно связный орграф D порядка n является гамильтоновым тогда и только тогда, когда(ввести ответ без скобки): **6**

1) $\delta^-(v) = \delta^-(v)$

2) $\delta^-(v); \delta^-(v)$ – четные числа

3) $\delta\ (v) \leq \frac{n}{2}$ и $\delta\ (v) \leq \frac{n}{2}$

4) $\delta^-(v) \geq \delta^-(v)$

5) $\delta^-(v) \leq \delta^-(v)$

6) $\delta^-(v) \geq \frac{n}{2}$ и $\delta^-(v) \geq \frac{n}{2}$

7) $\delta^-(v) \leq \frac{n}{2}$ или $\delta^-(v) \leq \frac{n}{2}$

59. В данном мультиграфе существует:
    1) эйлеров цикл
    2) **эйлерова цепь**
    3) нет ни эйлеровойцепи ни цикла

$$\begin{matrix} 0 & 2 & 0 & 1 & 0 & 2 \\ 2 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 2 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 2 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 2 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{matrix}$$

60. В данном мультиграфе существует:
    1) **эйлеров цикл**
    2) эйлерова цепь
    3) нет ни эйлеровойцепи ни цикла

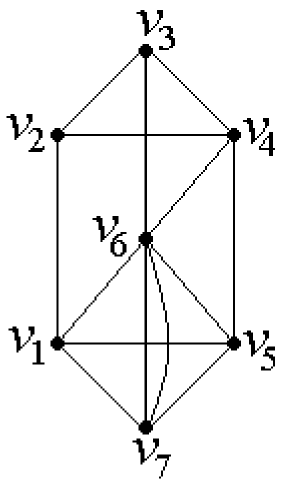
$$\begin{matrix} 1 & 2 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 2 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 2 \\ 1 & 1 & 0 & 2 & 2 & 0 \end{matrix}$$

Тема 1.6 Деревья

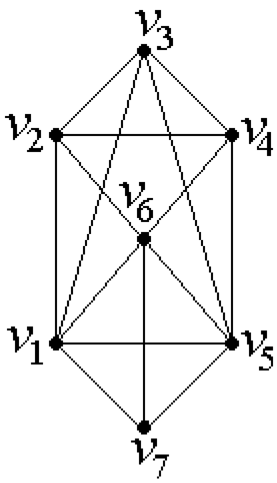
Устный опрос(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)**:** Дайте понятие дерева. Какие свойства деревьев вы знаете. Какое дерево называется остовным. Методика построения минимального остовного дерева. Понятие ориентированного дерева. Какое дерево называется бинарным, строго бинарным деревом. Обходы бинарных деревьев..

Решение задач: (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)

1. Найти остовное дерево графа

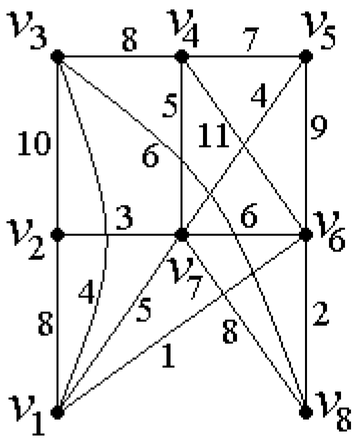


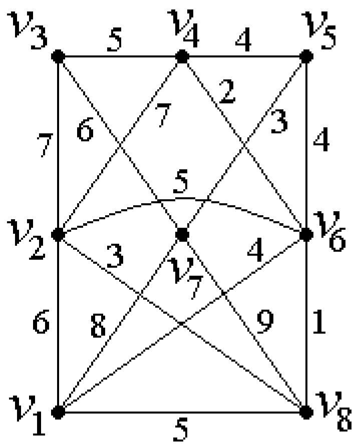
а)



б)

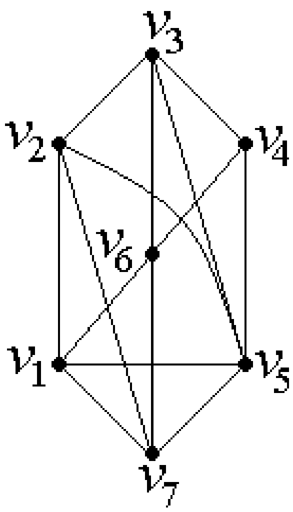
3. Найти минимальное остовное дерево



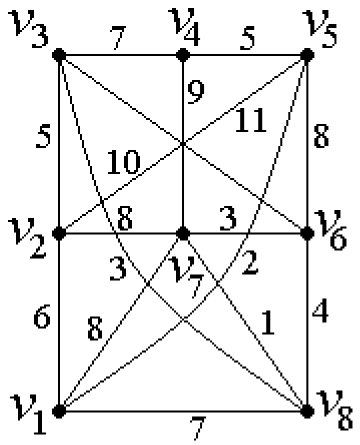


Задачи для самостоятельного решения:

1. Найти остовное дерево графа



2. Найти минимальное остовное дерево



Тема 1.7 Задача о кратчайшем пути

Устный опрос(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)**:** Дайте определение минимального пути графа (орграфа). Приведите свойства минимальных путей графа (орграфа).Дайте определение нагруженного графа (орграфа). Что называется длиной пути (маршрута) нагруженного орграфа (графа).Дайте определение минимального пути нагруженного графа (орграфа).

Решение задач: (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)

1. Для орграфа заданного матрицей смежности определить путь минимальной длины используя алгоритм фронта волны

а) из вершины v_1 в вершину v_7

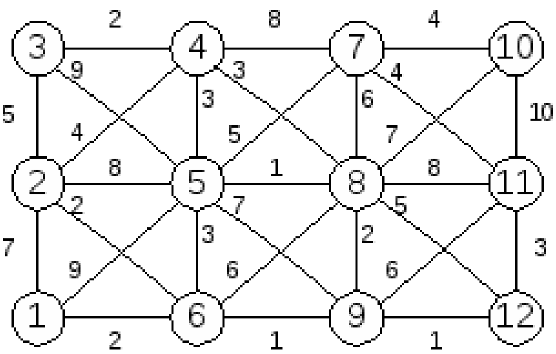
0 1 0 1 0 0 0
0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 0 1
0 1 0 0 0 0 1
0 0 1 0 0 0 0

б) из вершины v_1 в вершину v_7

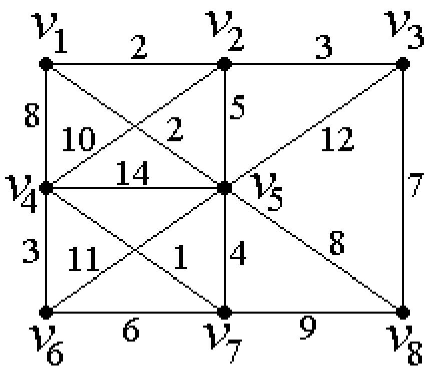
0 1 0 0 0 0 0
0 0 1 0 0 0 0
1 0 0 1 0 0 0
0 0 0 0 1 1 0
0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 0 1
0 0 1 0 0 0 0

2. Для данного графа найти кратчайшие пути от вершин $s=1$ до всех остальных вершин графа используя алгоритм Дейкстры. Ребра означают две разнонаправленные дуги одинаковой длины.

а)



б)



3. Найти пути минимальной длины используя алгоритм Беллмана а) из v1 во все остальные вершины среди путей, содержащих не более шести дуг; б) из v2 в v4 среди путей, содержащих не более четырех дуг;

$$C(D) = \begin{matrix} \infty & 5 & \infty & 6 & \infty & 10 \\ \infty & \infty & 2 & \infty & -1 & 3 \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & -3 & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 1 & 2 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 5 & \infty & \infty & \infty \end{matrix}$$

4. Определить длины кратчайших путей между всеми парами вершин графа используя

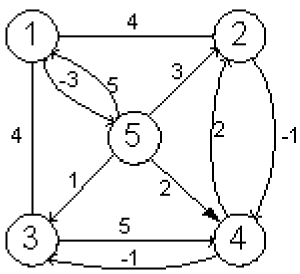


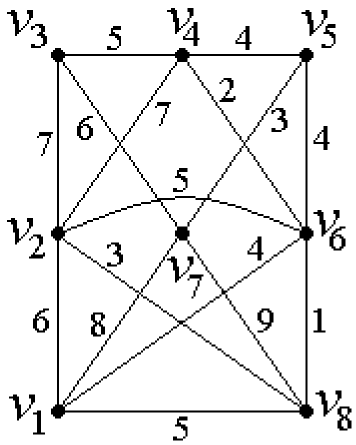
Рис. 1

Задачи для самостоятельного решения

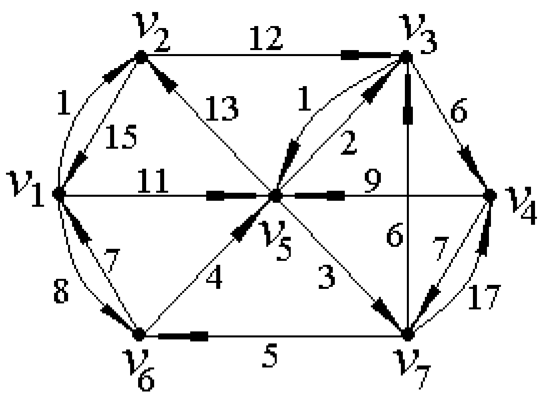
1. Для орграфа заданного матрицей смежности определить путь минимальной длины используя алгоритм фронта волны из вершины v_1 в вершину v_7

$$\begin{matrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

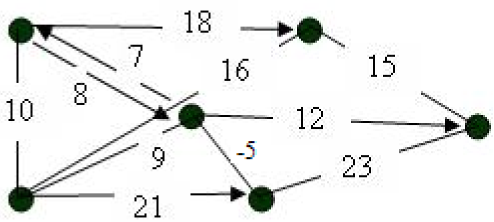
2. Найти кратчайшие пути от вершины v_1 до всех остальных вершин графа



3. Найдем минимальный путь из вершины v_2 в v_6 в ориентированном нагруженном графе D



4. Определить длины кратчайших путей между всеми парами вершин графа



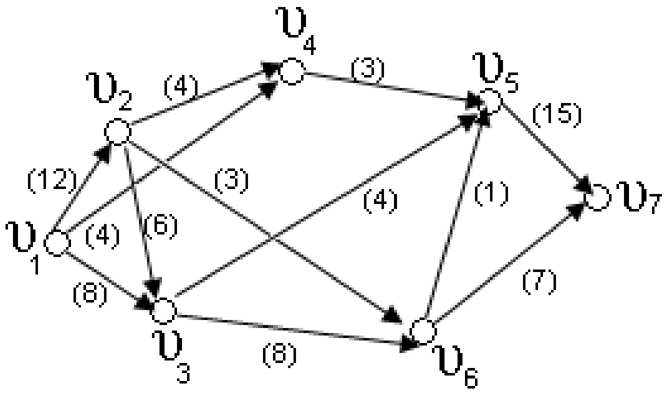
Тема 1.8 Транспортная сеть

Устный опрос(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)**:** Какой граф называется транспортной сетью. Дайте понятие допустимого и полного потока в транспортной сети. Какой поток в транспортной сети называется максимальным. Сформулируйте теорему Форда-Фалкерсона.

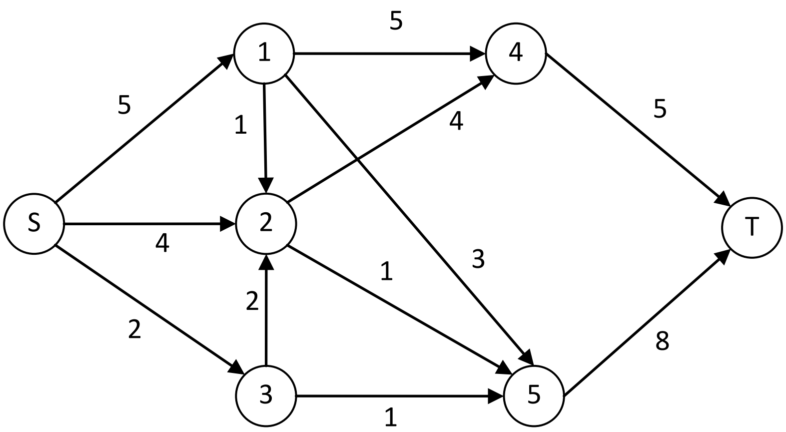
Что называется разрезом транспортной сети. Какими свойствами обладает минимальный разрез транспортной сети.

Решение задач: (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)

1. Найти максимальный поток в транспортной сети начиная с полного потока.



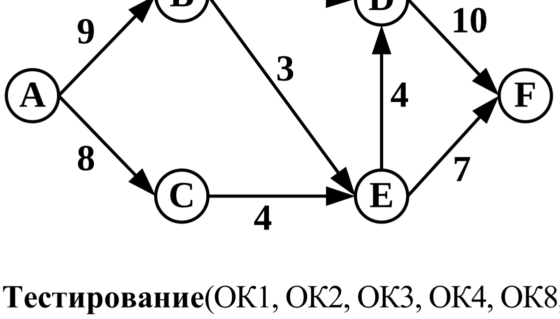
2. Найти максимальный поток и критический разрез.



.

Задачи для самостоятельного решения:

Найти максимальный поток и критический разрез.



Тестирование(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)

Раздел 1. Теория графов

Темы: Деревья

Задача о кратчайшем пути

Транспортная сеть

Вопросы тестирования

1. Граф G называется деревом, если:
   1) он является связным и имеет циклы.
   2) он является связным и не имеет циклов.
   3) он не является связным и не имеет циклов.
   4) он не является связным и имеет циклов.

2. Длиной пути q в нагруженном орграфе D называется величина L(q) равная:
   1) сумме длин, входящих в q дуг, при этом каждая дуга учитывается только один раз:
   2) сумме длин, входящих в q дуг, при этом каждая дуга учитывается столько раз, сколько она входит в путь
   3) произведению длин, входящих в q дуг, при этом каждая дуга учитывается столько раз, сколько она входит в путь.
   4) произведению длин, входящих в q дуг, при этом каждая дуга учитывается только один раз
3. Многоугольник плоского графа, не содержащий внутри себя никаких вершин или ребер графа, называют
   1) компонентой связности
   2) мостом
   3) гранью
   4) подграфом

4. Дуга граф, удаление которой увеличивает число различных компонент связности, называется
   1) точкой сочленения
   2) компонентой связности
   3) гранью
   4) мостом

5. Пусть G(V,X) – связный граф, e=(u,v)-мост, тогда
   1) e принадлежит простому циклу
   2) e не принадлежит никакому простому циклу
   3) e – одна из простых цепей, соединяющих вершины u,v
   4) e – единственная простая цепь, соединяющая вершины u,v
   5) e – единственный простой цикл, соединяющий вершины u,v

6. Какие из свойств деревьев эквивалентны и справедливы: **1, 2**, 3, **4**, 5, **6, 7.**

   1. Граф G-есть дерево.
   2. Граф G- является связным и не имеет простых циклов
   3. Граф G- является связным и имеет простые циклы.
   4. Граф G является связным и число его ребер ровно на 1(единицу) меньше числа вершин.
   5. Любые две различные вершины графа G можно соединить простой цепью.
   6. Любые две различные вершины графа G можно соединить единственной и при этом простой цепью.
   7. Граф G не содержит циклов, добавляя к нему любое новое ребро получаем ровно 1(с точностью до направления обхода и начальной вершины обхода) и при том простой цикл (проходящий через добавляемое ребро).

7. Остовным деревом связного графа G называется любой его **подграф**, содержащий все вершины графа G и являющийся **деревом.**
8. Любой подграф связного графа G, содержащий все вершины графа G и являющийся деревом называется

1) скелетным деревом
2) **остовным деревом**
3) основным деревом
4) базовым деревом

9. Граф G, все компоненты связности которого являются деревьями называется **лесом**.

10. Ориентированным деревом или ордеревом называется орграф со свойствами: 1, **2, 3**, 4, **5,** 6.

    1) Существует единственный узел, п/степень захода которого равна 1. Он называется корнем ордерева.
    2) Существует единственный узел, п/степень захода которого равна 0. Он называется корнем ордерева.
    3) П\степень захода всех остальных узлов равна 1.
    4) П\степень захода всех остальных узлов равна 0.
    5) Каждый узел достижим из корня.
    6) Каждый узел изолирован.

11. Бинарным называется дерево, у которого каждый узел:
    1) имеет не менее двух наследников
    2) **имеет не более двух наследников**
    3) имеет только одного наследника
    4) не имеет наследников

12. Транспортной сетью называется орграф D с множеством вершин V={v1,...vn}, для которого выполняются условия:
    Ответ: Источником, стоком, пропускной, способностью

    1. ***Существует одна и только одна вершина v_1 называемая 1)__________, такая что $D^{-1}(v_1)=0$, т.е ни одна дуга не заходит в v_1.***
    2. ***Существует одна и только одна вершина v_n называемая 2)______, такая что $D(v_n)=0$, т.е из v_n не исходит ни одной дуги.***
    3. ***Каждой дуге $x \in X$ поставлено в соответствие целое число $C(x) \geq 0$, называемое 3)__________ 4)_________ дуги.***

13. Вершина v транспортной сети , такая что ни одна дуга не заходит в v, называется
    - корнем
    - началом
    - исходом
    - **источником**
    - стоком
    - заходом

14. Вершина v транспортной сети , такая что ни одна дуга не исходит из v, называется
    - корнем
    - началом
    - исходом
    - источником
    - **стоком**
    - заходом

15. Каждой дуге *x* транспортной сети поставлено в соответствие целое число *C(x)*≥0, которое называется
    - **пропускной способностью дуги**
    - нагруженностью дуги
    - весом дуги
    - ограничением дуги

16. Функция, определенная на множестве X дуг в транспортной сети D и принимающая целочисленные значения называется допустимым потоком (или просто потоком) если: 1, **2,** 3, **4,** 5.

    1. ***Для любой дуги x $\in X$ величина $\varphi(x)$ называемая потоком по дуге x, удовлетворяет условию $0 \le \varphi(x) = C(x)$, т.е.*** **поток равен пропускной способности дуги.**
    2. ***Для любой дуги x $\in X$ величина $\varphi(x)$ называемая потоком по дуге x, удовлетворяет условию $0 \le \varphi(x) \le C(x)$, т.е.*** **поток не должен превышать пропускной способности дуги.**
    3. ***Для любой дуги x $\in X$ величина $\varphi(x)$ называемая потоком по дуге x, удовлетворяет условию $0 \le \varphi(x) < C(x)$, т.е.*** **поток не должен равняться пропускной способности дуги.**
    4. ***Для любой промежуточной вершины V выполняется равенство:***

    $\sum_{\omega\in D^{-1}(v)} \varphi(\omega,v) = \sum_{\omega\in D(v)} \varphi(v,\omega)$. ***Т. е*** **сумма потоков по дугам заходящим в вершину v равна сумме потоков по дугам исходящим из вершины v.**

    5. ***Для любой промежуточной вершины V выполняется равенство:***

    $\sum_{\omega\in D^{-1}(v)} \varphi(\omega,v) \le \sum_{\omega\in D(v)} \varphi(v,\omega)$. ***Т. е*** **сумма потоков по дугам заходящим в вершину v не превышает сумму потоков по дугам исходящим из вершины v.**

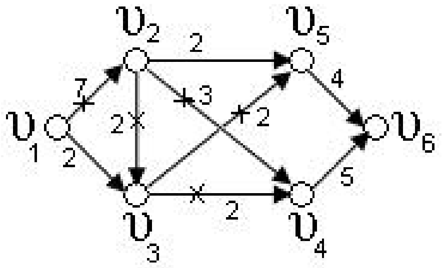
17. Величиной потока в транспортной сети D называется величина равная:
    - сумме потоков по всем дугам, заходящим в vn
    - сумме потоков по всем дугам, исходящим из в v1
    - сумме пропускных способностей по всем дугам, заходящим в v_n
    - сумме пропускных способностей по всем дугам, исходящим из v1

18. Дуга x называется насыщенной, если поток по ней равен ее 1)**пропускной** 2)**способностью**
19. Если поток по дуге равен ее пропускной способности, то дуга называется
    - полной
    - предельной
    - насыщенной
    - нагруженной

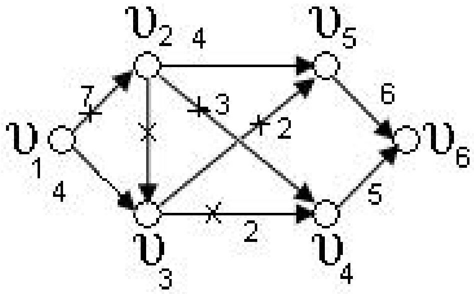
20. Поток называется полным, если любой путь в D из v1 в vn, содержит по крайней мере одну 1)**насыщенную** 2)**дугу**.
21. Если любой путь в транспортной сети D из v_1 в v_n, содержит по крайней мере одну насыщенную дугу, то поток называется
    - полным
    - предельным

- насыщенным
- нагруженным

22. Определить величину потока: **9**



23. Определить величину потока: **11**



24. Ввести ответ:
Ответ: пропускной, способностью, разреза

Число $c(X(V_1)) = \sum_{x \in X(V_1)} c(x)$

называется 1)____________ 2)__________ 3)________.

25. Пусть D – транспортная сеть. Для любого множества V1содержащегося в V такого, что v1 не принадлежит V1 , vn принадлежит V1 , разрезом сети D относительно множества вершин V1называется множество дуг (ввести ответ без скобки): **2**

1) $X(V_1) = \{(v,w) \in X / v \in V_1, w \in V_1\}$
2) $X(V_1) = \{(v,w) \in X / v \in V_1, w \notin V_1\}$
3) $X(V_1) = \{(v,w) \in X / v \notin V_1, w \notin V_1\}$

26. Величина максимального потока в транспортной сети равна пропускной способности **минимального** разреза.

27. Пусть -допустимый поток в транспортной сети D. Тогда если длина минимального пути из v1 в v_n в орграфе приращений I(D, φ) равна бесконечности, то φ - 1)**максимальный** 2)**поток**

28. Многоугольник плоского графа, не содержащий внутри себя никаких вершин или ребер графа, называют его **гранью**.

29. Дуга графа G называется **мостом**, если ее удаление увеличивает число различных компонент связности.

30. Связный граф без циклов называется **деревом**
31. Ориентированный граф без циклов, во все вершины которого, кроме одной, входит ровно одна дуга называется
    1) деревом
    2) ордеревом
    3) корнем
    4) узлом
32. Узел (вершина) ордерева, полустепень захода которого(которой) равна нулю, называется
    1) мостом
    2) корнем
    3) гранью
    4) листом

33. Узел (вершина) ордерева, полустепень исхода которого(которой) равна нулю, называется
    5) мостом
    6) корнем
    7) гранью
    8) листом
34. Ориентированным деревом (ордеревом) называется орграф со свойствами:(выберете справедливые)
    1) **существует единственный узел, п/степень захода которого равна 0**
    2) существует единственный узел, п/степень захода которого равна 1
    3) существует единственный узел, п/степень исхода которого равна 0
    4) п/степень захода всех узлов, кроме корня, равна 0
    5) п/степень захода всех узлов, кроме корня, равна 1
    6) каждый узел достижим из корня
    7) некоторые узлы достижимы из корня

35. Если (u,v) – ребро ордерева T, то вершина u называется ____________ вершины v
    1) отцом
    2) сыном
    3) братом
    4) дедушкой
36. Если (u,v) – ребро ордерева T, то вершинаv называется ____________ вершины u
    5) отцом
    6) сыном
    7) братом
    8) дедушкой
37. Дерево, у которого множество сыновей каждой вершины упорядоченно называется
    1) правильным деревом
    2) бинарным деревом
    3) строго бинарным деревом
    4) **упорядоченным деревом**
    5) полным бинарным деревом

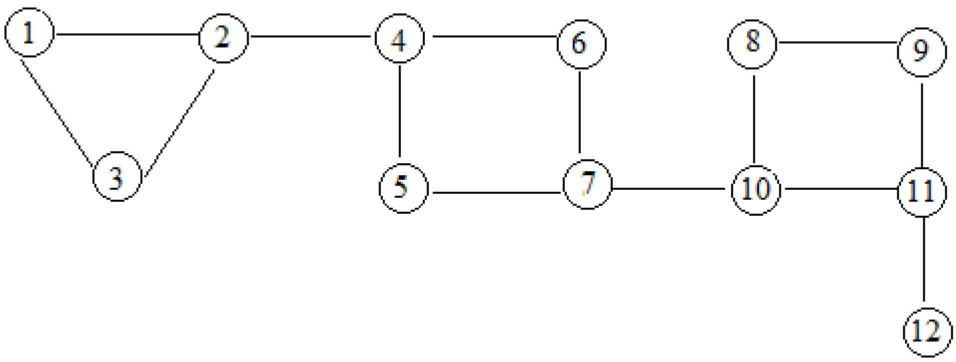
38. Дерево, у которого каждый узел имеет не более 2-х наследников, называется
    6) правильным деревом
    7) **бинарным деревом**
    8) строго бинарным деревом
    9) упорядоченным деревом
    10) полным бинарным деревом

39. Дерево, у которого каждый узел, не являющийся листом, содержит два и только два поддерева – левое и правое, называется
    11) правильным деревом
    12) бинарным деревом
    13) **строго бинарным деревом**
    14) упорядоченным деревом
    15) полным бинарным деревом

40. Дерево, у которого каждый узел уровня n является листом, а каждый узел уровня <n имеет непустое левое и правое поддеревья, называется
    16) правильным деревом
    17) бинарным деревом
    18) строго бинарным деревом
    19) упорядоченным деревом
    20) **полным бинарным деревом**

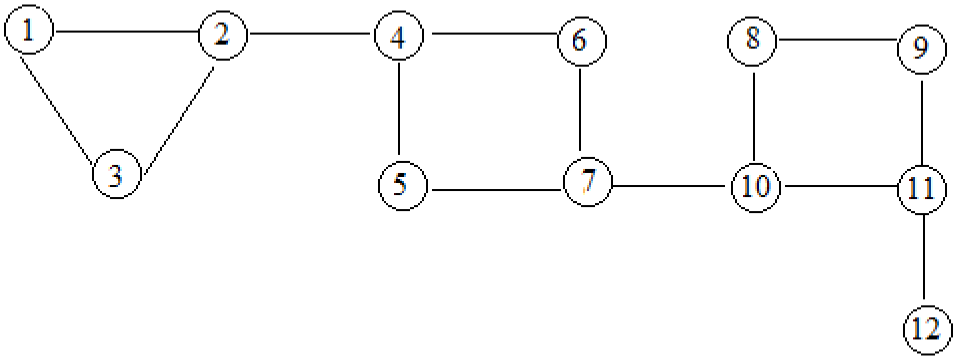
41. Длина, наидлиннейшего из путей от корня к листьям, называется
    1) длина дерева
    2) **высота дерева**
    3) размер дерева
    4) расстояние дерева
42. Вершины одного уровня образуют **ярус** дерева.
43. Число разных деревьев, которые можно построить на n вершинах равно
    1) n
    2) n^n
    3) n^{n-1}
    4) $\mathbf{n^{n-2}}$

44. Мосты - это ребра



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

45. Точки



сочленения

- 1, 2, 5, 8, 9
- **2, 4, 7, 10, 11**
- 3, 5, 7, 9, 11
- 2, 4, 6, 8, 12

46. Строит минимальное остовное дерево нагруженного графа
    1) **алгоритм Краскала**
    2) **алгоритм Дейкстры-Прима**
    3) алгоритм Дейкстры
    4) алгоритм Беллмана
    5) алгоритм Флойда
    6) алгоритм фронта волны
    7) алгоритм выделения компонент сильной связности

47. Работает с дугами положительной длины и определяет кратчайшие пути от фиксированной вершины s до всех остальных вершин нагруженного графа
    1) алгоритм Краскала
    2) алгоритм Дейкстры-Прима
    3) **алгоритм Дейкстры**
    4) алгоритм Беллмана
    5) алгоритм Флойда
    6) алгоритм фронта волны
    7) алгоритм выделения компонент сильной связности

48. Корректно работает с дугами отрицательной длины и определяет кратчайшие пути от фиксированной вершины s до всех остальных вершин нагруженного графа
    1) алгоритм Краскала
    2) алгоритм Дейкстры-Прима
    3) алгоритм Дейкстры
    4) **алгоритм Беллмана**
    5) алгоритм Флойда
    6) алгоритм фронта волны
    7) алгоритм выделения компонент сильной связности

49. Определяет кратчайшие пути между всеми парами вершин данного нагруженного графа
    1) алгоритм Краскала
    2) алгоритм Дейкстры-Прима
    3) алгоритм Дейкстры
    4) алгоритм Беллмана

5) **алгоритм Флойда**
6) алгоритм фронта волны
7) алгоритм выделения компонент сильной связности

50. Определяет кратчайшие пути от вершины v_1 до фиксированной вершины s графа
    1) алгоритм Краскала
    2) алгоритм Дейкстры-Прима
    3) алгоритм Дейкстры
    4) алгоритм Беллмана
    5) алгоритм Флойда
    6) **алгоритм фронта волны**
    7) алгоритм выделения компонент сильной связности

Тема 2.1 Дискретные случайные величины

Устный опрос(ОК1, ОК5, ОК9**):** Какую величину называют случайной? Приведите примеры случайных величин. Какая случайная величина называется дискретной? Непрерывной? Приведите примеры дискретных и непрерывных случайных величин. Сформулируйте закон распределения вероятностей дискретной случайной величины. Чему равна сумма вероятностей всех возможных значений случайной величины? Что такое математическое ожидание случайной величины? Могут ли значения случайной величины быть положительными, а математическое ожидание этой величины – отрицательным? Сформулируйте свойства математического ожидания. Что такое дисперсия случайной величины? Сформулируйте свойства дисперсии. По каким формулам можно вычислить дисперсию дискретной случайной величины? Что такое среднее квадратическое отклонение? Чем дисперсия отличается от среднего квадратического отклонения?

Решение задач: (ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

1. Найти ряд распределения случайной величины X – числа выпадений 6-ти очков при одном бросании игральной кости.
2. Монета бросается 5 раз. Составить закон распределения ДСВ X – числа появлений герба.
3. В партии из 8-ми деталей 5 стандартных. Наудачу взяты 4 детали. Построить ряд распределения числа стандартных деталей среди отобранных
4. Устройство состоит из трех независимо работающих элементов. Вероятность отказа каждого элемента в одном опыте равна 0,1. Составить закон распределения числа отказавших элементов в одном опыте.
5. Игра состоит в набрасывании колец на колышки. Игрок получает четыре кольца и бросает по одному из этих колец до первого попадания на колышек. Вероятность попадания при каждом бросании равна 0,1. Найти ряд распределения случайной величины X – числа неизрасходованных игроком колец.
6. Фермер содержит 15 коров, 5 из которых дают удои более, чем по 4 500 л молока в год. Случайным образом отобрано 3 коровы. Найти закон распределения случайной величины X – числа коров, дающих высокие удои среди отобранных.
7. Найти математическое ожидание случайной величины X, заданной законом распределения:

X	0,21	0,54	0,61
p	0,1	0,5	0,4

Ответ: M(X) = 0,535

8. Найти математическое ожидание случайной величины Z, если известны математические ожидания X и Y:

а)Z=3X+4Y,

б)$Z=X-4$
в)$Z=2-2Y$ если $M(X)=2$, $M(Y)=6$.

Ответ: $M(Z) = 30$, $M(Z) = 2$, $M(Z) = -10$

9. Дискретная случайная величина X принимает три возможных значения: $x1=4$ с вероятностью $p1= 0,5$; $x2=6$ с вероятностью $p2=0,3$ и $x3$ с вероятностью $p3$. Найти $x3$ и $p3$, зная, что $M(X)=8$.

Ответ: $x3 = 21$; $p3 = 0,2$

10. Дан перечень возможных значений дискретной случайной величины X: $x1=1$, $x2=2$, $x3=3$, а также известны математические ожидания этой величины и ее квадрата: $M(X)=2,3$, $M(X^2)=5,9$.
Найти вероятности, соответствующие возможным значениям X.
Ответ: $p1 = 0,2$; $p2 = 0,3$; $p3 = 0,5$

11. Найти математическое ожидание произведения числа очков, которые могут выпасть при одном бросании двух игральных костей.

Ответ: 12,25

12. Найти математическое ожидание числа лотерейных билетов, на которые выпадут выигрыши, если приобретено 20 билетов, причем вероятность выигрыша по одному билету равна 0,3.

Ответ: 6 билетов.

13. Случайные величины X и Y независимы. Найти дисперсию случайной величины
А) $Z=X+3Y$,
Б) $Z= Y-2X$
В) $Z= X - 4$ если известно, что $D(X)=5$, $D(Y)=6$.
Ответ: $D(Z)=59$, $D(Z)=26$, $D(X)=5$

14. Найти дисперсию и среднее квадратическое отклонение дискретной случайной величины X, заданной законом распределения:

а)

X	4,3	5,1	10,6
p	0,2	0,3	0,5 ;

Ответ: $D(X)\approx 248,95$, $\sigma(X)\approx 15,78$.

15. Найти дисперсию дискретной случайной величины X-числа отказов элемента некоторого устройства в десяти независимых опытах, если вероятность отказа элемента в каждом опыте равна 0,9.

Ответ: $D(X)=0,9$

16. Бросают 12 игральных костей. Найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X – суммы числа очков, которые могут появиться на всех выпавших гранях.

Ответ: $M(X)=42$, $D(X)=35$, $\sigma(X)=5,92$.

Задачи для самостоятельного решения

1. Два бомбардировщика поочередно сбрасывают бомбы на цель до первого попадания. Вероятность попадания в цель первым бомбардировщиком равна 0,7, вторым – 0,8. Вначале сбрасывает бомбы первый бомбардировщик. Составить первые четыре члена закона распределения дискретной случайной величины X – числа сброшенных бомб обоими бомбардировщиками. (т. е. ограничится возможными значениями X, равными 1, 2, 3, 4)

2. В партии из 10 деталей имеется 8 стандартных. Наудачу отобраны две детали. Составить закон распределения числа стандартных деталей среди отобранных

3. Вероятность того, что стрелок попадет в мишень при одном выстреле, равна 0,8. Стрелку выдаются патроны до тех пор, пока он не промахнется. Составить закон распределения дискретной случайной величины X – числа патронов выданных стрелку.

4. Найти математическое ожидание случайной величины X, заданной законом распределения:

X	0,13	0,47	0,4
p	0,2	0,3	0,5

5. Найти математическое ожидание случайной величины Z, если известны математические ожидания X и Y:

а)Z=X-6Y,

б)Z=2X+4

в)Z=2-3Y если M(X)=3, M(Y)=7.

6. Дискретная случайная величина X принимает три возможных значения: x1=3 с вероятностью p1= 0,3; x2=5 с вероятностью p2=0,4 и x3 с вероятностью p3. Найти x3 и p3, зная, что M(X)=9.

7. Найти дисперсию и среднее квадратическое отклонение дискретной случайной величины X, заданной законом распределения:

X	131	140	160	18
p	0,05	0,10	0,25	0,60.

Ответ: D(X)≈248,95, σ(X)≈15,78.

8. Найти дисперсию дискретной случайной величины X- числа появлений события A в двух не зависимых испытаниях, , если вероятности появления события в этих испытаниях одинаковы и известно, что M(X)=0,9.

Ответ: D(X)=0,495

9. Дискретная случайнвя величина X имеет только два возможных значения: x1 и x2, причем x2>x1. Вероятность того, что X примет значение x1, равна 0,6. Найти закон распределения величины X, если математическое ожидание и дисперсия известны: M(X)=1,6; D(X)=0,24.

Ответ :x1=1; x2=2.

Тема 2.2 Непрерывные случайные величины

Устный опрос(ОК1, ОК5, ОК9)**:** Какую функцию называют «функцией распределения»? Сформулируйте свойства функции распределения. Как связаны функция распределения и плотность распределения? Сформулируйте свойства плотности распределения. Как определить вероятность попадания непрерывной случайной величины в интервал? Какое распределение вероятностей называется равномерным. Числовые характеристики равномерного распределения. Формула нахождения вероятности попадания в интервал равномерно распределенной случайной величины. Какое распределение вероятностей называется нормальным. Числовые характеристики нормального распределения. Нормальная кривая. Формула нахождения вероятности попадания в интервалнормально распределенной случайной величины. Какое распределение вероятностей называется показательным. Числовые характеристики показательного распределения. Формула нахождения вероятности попадания в интервал показательно распределенной случайной величины

Решение задач: (ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

Случайная величина X задана функцией распределения

$$F(x) = \begin{cases} 0 & , x \le 2 \\ (x-2)^2 & , 2< x \le 4 \\ 1 & , x > 4 \end{cases}$$

Найти:

А) плотность распределения вероятностей f(x);

Б) построить графики функций F(x) и f(x);

В) по известной функции F(x) и по найденной функции f(x) найти вероятность того, что в результате испытания X примет значение, не меньшее 2,1 и меньшее 2,5. Ответ: P= 0,24

Случайная величина X задана функцией распределения

$$F(x) = \begin{cases} 0 & , x \le 2 \\ 0{,}5x & , 2< x \le 4 \\ 1 & , x > 4 \end{cases}$$

Найти вероятность того, что в результате испытания X примет значение:

А) меньшее 0,2

Б) меньшее трех

В) не меньшее трех

Г) не меньшее пяти

Ответ: а) 0; б)0,5; в) 0,5; г) 0

Задана плотность распределения непрерывной случайной величины X

$$f(x) = \begin{cases} 0 & , x \le п/6 \\ 3\sin 3x & , п/6 < x \le п/3 \\ 0 & , x > п/3 \end{cases}$$

Найти функцию распределения F(x).

Ответ:
$$F(x) = \begin{cases} 0 & , x \le п/6 \\ -\cos 3x & , п/6 < x \le п/3 \\ 0 & , x > п/3 \end{cases}$$

Плотность распределения непрерывной случайной величины X задана в интервале (0,1) равенством f(x) = C arctg x; вне этого интервала f(x) = 0. Найти постоянный параметр C.

Ответ: C = 4/(п – ln4).

Случайная величина X задана функцией распределения

$$F(x) = \begin{cases} 0 & , x \le 0 \\ x^2 & , 0< x \le 1 \\ 1 & , x > 1 \end{cases}$$

Найти вероятность того, что в результате четырех независимых испытаний величина X ровно три раза примет значение, принадлежащее интервалу (0,25; 0,75).

Ответ: P = 0,5

Случайная величина X, все возможные значения которой принадлежат интервалу (0,3), задана в этом интервале дифференциальной функцией распределения f(x) = (2/9)x. Найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение величины X.

Ответ: M(x) = 2; D(x) = 0,5; $\sigma(x)\approx 0{,}7071$.

Найти математическое ожидание случайной величины X заданной плотностью распределения

$$0 \qquad , x \le -c$$

$$f(x) = \begin{cases} (1/c)(1+x/c) & , -c < x \le 0 \\ (1/c)(1-x/c) & , 0 \le x \le c \\ 0 & , x > c \end{cases}$$

Ответ: M(x) = 0

Случайная величина X задана функцией распределения

$$F(x) = \begin{cases} 0 & , x \le A \\ (x^3)/8 & , A< x \le B \\ 1 & , x > B \end{cases}$$

Найти значения A и B, математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение.

Ответ: A = 0 ; B = 2; M(x) = 1,5; D(x) = 0,15; $\sigma(X)\approx 0,387$

Автобусы идут строго по расписанию. Интервал движения 7 мин. Найти: а) вероятность того, что пассажир, подошедший к остановке, будет ожидать очередной автобус менее двух минут; б) вероятность того, что пассажир, подошедший к остановке, будет ожидать очередной автобус не менее трех минут; в) математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение случайной величины X – времени ожидания пассажира.

Показательное распределение задано при $x \ge 0$ плотностью f(x) = 5e – 5x. Требуется: а) записать выражение для функции распределения; б) найти вероятность того, что в результате испытания X попадает в интервал (1;4); в) найти вероятность того, что в результате испытания $X \ge 2$; г) вычислить M(X), D(X), σ(X).

Длина X некоторой детали представляет собой случайную величину, распределенную по нормальному закону распределения, и имеет среднее значение 20 мм и среднее квадратическое отклонение – 0,2 мм.
Необходимо:
а) записать выражение плотности распределения;
б) найти вероятность того, что длина детали будет заключена между 19,7 и 20,3 мм;
в) найти вероятность того, что величина отклонения не превышает 0,1 мм;
г) определить, какой процент составляют детали, отклонение которых от среднего значения не превышает 0,1 мм;
д) найти, каким должно быть задано отклонение, чтобы процент деталей, отклонение которых от среднего не превышает заданного, повысился до 54%;
е) найти интервал, симметричный относительно среднего значения, в котором будет находиться X с вероятностью 0,95.

Задачи для самостоятельного решения

Задана плотность распределения непрерывной случайной величины X

$$f(x) = \begin{cases} 0 & , x \le 1 \\ C(x^2-x) & , 1 < x \le 2 \\ & , x > 2 \end{cases}$$

Найти: а) постоянную C
б) вероятность попадания СВ X в интервал (1/2; 3/2).

Задана плотность распределения непрерывной случайной величины X

$$f(x) = \begin{cases} 0 & , x \le 1 \\ (3x^2-2x)/c & , 1 < x \le 4 \\ 0 & , x > 4 \end{cases}$$

Найти: а) постоянную C
б) математическое ожидание
в) дисперсию
г) среднее квадратическое отклонение

Детали, выпускаемые цехом, по размеру диаметра распределены по нормальному закону. Стандартная длина диаметра детали равна a=35, среднее квадратическое отклонение σ=4. Требуется:

а) составить функцию плотности вероятностей;

б) найти вероятность того, что диаметр наудачу взятой детали будет больше α=34 и меньше β=40.

в) найти вероятность того, что диаметр детали отклонится от стандартной длины не больше чем на δ=2

Заданы математическое ожидание $a = 4$ и среднеквадратическое отклонение s = 6 нормально распределенной случайной величины.

Требуется:

1) написать плотность распределения вероятностей и схематично построить ее график

2) найти вероятность того, что X примет значение из интервала (5; 9)

Тема 2.3 Вероятностные и стохастические процессы

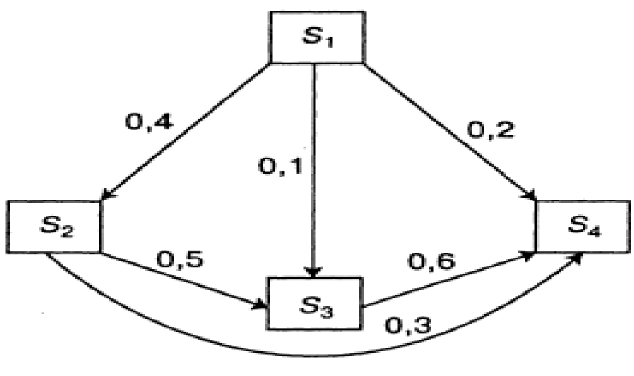
Устный опрос(ОК1, ОК5, ОК9)**:** Какой случайный процесс называется марковским? В чем отличие марковских процессов с дискретным и непрерывным временем. Что такое Марковская цепь? Однородные и неоднородные Марковские цепи.Что понимают под «процессом гибели и размножения»? Сформулируйте методику моделирования по схеме дискретных Марковских процессов.

Решение задач: (ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

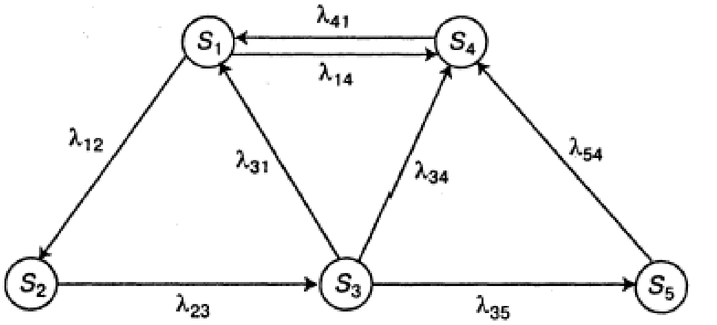
Определить вероятности состояний компьютера после трех проверок. В начальный момент времени ЭВМ полностью исправна (состояние S_1). Проверка производится в фиксированные моменты времени t_1, t_2, t_3 Процесс, протекающий в системе S (компьютере) - однородная марковская цепь с тремя шагами. Матрица переходных вероятностей и граф состояний имеет вид:

$$\|P_{ij}\| = \begin{Vmatrix} 0{,}3 & 0{,}4 & 0{,}1 & 0{,}2 \\ 0 & 0{,}2 & 0{,}5 & 0{,}3 \\ 0 & 0 & 0{,}4 & 0{,}6 \\ 0 & 0 & 0 & 1{,}0 \end{Vmatrix}.$$

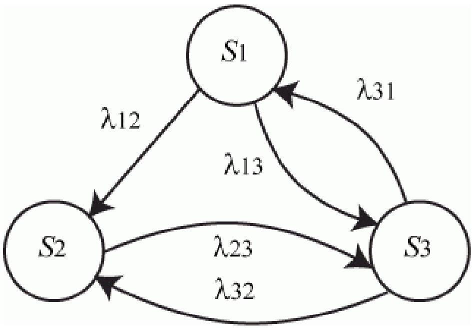
Граф состояний:



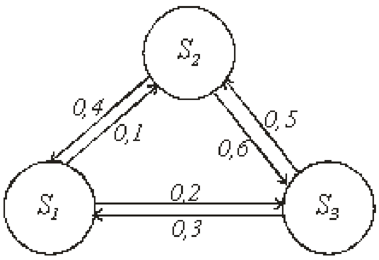
Имеется размеченный граф состояний системы S. Необходимо составить систему дифференциальных уравнений Колмогорова и записать начальные условия для ее решения, если известно, что в начальный момент система находилась в состоянии S_1.



Составить систему дифференциальных уравнений Колмогорова для нахождения вероятностей состояний системы, размеченный граф состояний которой представлен на рисунке.



Найти вероятность перехода системы из состояния S1 в состояние S2 за 3 шага для графа .



Задачи для самостоятельного решения

Найти предельные вероятности для матрицы переходов

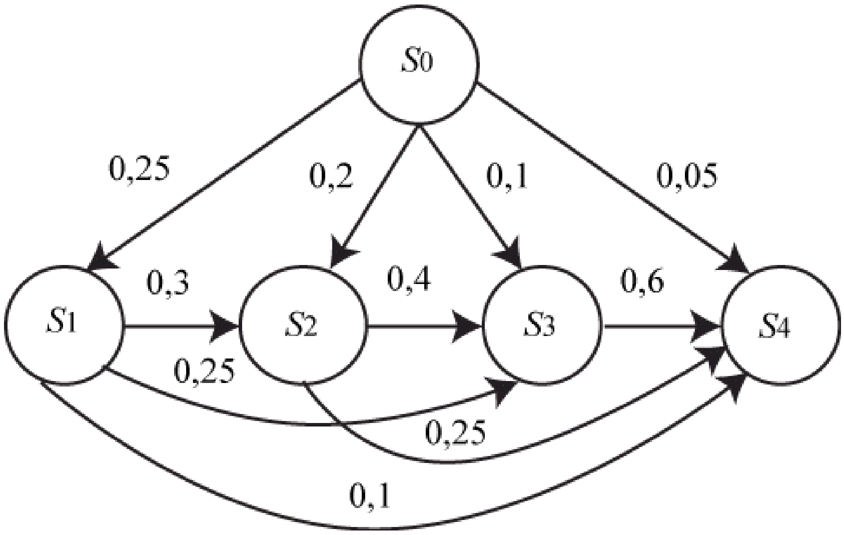
$$P = \begin{bmatrix} 0,1 & 0,9 \\ 0,3 & 0,7 \end{bmatrix}$$

По группе из четырех объектов производится три последовательных выстрела. Найти вероятности состояний группы объектов после третьего выстрела.

Матрица переходных вероятностей имеет вид:

$$||P_{ij}|| = \begin{pmatrix} 0,4 & 0.25 & 0.2 & 0.1 & 0.05 \\ 0 & 0.35 & 0.3 & 0.25 & 0.1 \\ 0 & 0 & 0.45 & 0.4 & 0.15 \\ 0 & 0 & 0 & 0.4 & 0.6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Размеченный граф состояний приведен на рис. 2.



Тестирование(ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

Раздел 3. Случайные процессы

Темы: Дискретные случайные величины

Непрерывные случайные величины

Вероятностные и стохастические процессы

Вопросы тестирования

1. Величину, которая в результате испытания примет одно и только одно возможное значение, наперед неизвестное и зависящее от случайных причин, которые заранее не могут быть учтены, называют

1) вероятной

2) возможной

3) случайной

4) постоянной

2. Математическое ожидание равно:

1) Вероятности попадания в интервал

2) Среднему значению случайной величины

3) Наибольшему значению случайной величины

4) Наименьшему значению случайной величины

3. Математическое ожидание отклонения равно:
   1) 1
   2) 1/2
   3)-1/2
   4) 0

4. Дисперсия определяет:
   1) Как рассеяны возможные значения вокруг математического ожидания **(да)**
   2) Как рассеяны возможные значения на числовой прямой **(нет)**

5. Среднее квадратическое отклонение ДСВ равно:
   1) Квадратному корню из дисперсии
   2) Квадратному корню из математического ожидания
   3) Сумме начального и центрального момента порядка 2
   4) Произведению начального и центрального момента порядка 2

6. Среднее квадратическое отклонение НСВ X равно
   1) Сумме начального и центрального момента порядка 2
   2) Произведению начального и центрального момента порядка 2
   3) Квадратному корню из математического ожидания
   4) Квадратному корню из дисперсии

7. Разность между случайной величиной и ее математическим ожиданием называется:
   1) дисперсией
   2) отклонением
   3) центральным моментом порядка 2
   4) начальным моментом порядка 2

8. Функцией распределения случайной величины X называют функцию F(X), определяющую:
   1) вероятность того, что случайная величина X примет значение, большее x
   F(X)=P(X>x)
   2) вероятность того, что случайная величина X примет значение, равное x
   F(X)=P(X=x)
   3) **вероятность того, что случайная величина X примет значение, меньшее x**
   F(X)=P(X<x)
   4) вероятность того, что случайная величина X примет значение, не большее x
   F(X)=P(X>=x)
   5) вероятность того, что случайная величина X примет значение, не меньшее x
   F(X)=P(X<=x))

9. Плотностью распределения вероятностей НСВ называют:
   1) интеграл от функции распределения
   2) первую производную от функции распределения

3) вторую производную от функции распределения
4) дифференциал от функции распределения

10. Вероятность того, что НСВ X примет одно определенное значение равна:
1) 0,5
2) 1
3) -1
4) 0

11. Законом распределения дискретной двумерной случайной величины называют:
1) свойства математического ожидания и дисперсии
2) суммарную вероятность всех возможных значений
3) перечень возможных значений этой величины и их вероятностей
4) свойства функции распределения

12. Непрерывной называется случайная величина, которая:
1) принимает отдельные, изолированные возможные значения из некоторого конечного или бесконечного промежутка
2) **принимает все возможные значения из некоторого конечного или бесконечного промежутка**
3) принимает бесконечное множество значений
4) принимает одинаковые значения из некоторого конечного или бесконечного промежутка

13. Функцией распределения двумерной случайной величины (X,Y) называют функцию F(X,Y), определяющую
1) для каждой пары чисел x,y вероятность того, что X примет значение меньшее x, и при этом Y примет значение меньшее y
2) для каждой пары чисел x,y вероятность того, что X примет значение большее x, и при этом Y примет значение большее y
3) для каждой пары чисел x,y вероятность того, что X примет значение равное x, и при этом Y примет значение равное y
4) для каждой пары чисел x,y вероятность того, что X примет значение неменьшее x, и при этом Y примет значение не большее y

14. Какая из ниже приведенных формул позволяет найти дисперсию НСВ
1) $\int_a^b xf(x)dx$
2) $\int_a^b x^2 f(x)dx - M^2(X)$

3) $\int_{a}^{b} f(x)dx$

4) $\sqrt{D(X)}$

5) $F(a) - F(b)$

6) $F^{`}(X)$

Эталон: 2

15. Какая из ниже приведенных формул позволяет найти вероятность попадания НСВ X в интервал (a, b) :

1) $\int_{a}^{b} xf(x)dx$

2) $\int_{a}^{b} x^2 f(x)dx - M^2(X)$

3) $\int_{a}^{b} f(x)dx$

4) $\sqrt{D(X)}$

5) $F^{`}(X)$

Эталон: 3

16. Какая из ниже приведенных формул позволяет найти математическое ожидание НСВ

1) $\int_{a}^{b} xf(x)dx$

2) $\int_{a}^{b} x^2 f(x)dx - M^2(X)$

3) $\int_{a}^{b} f(x)dx$

4) $\sqrt{D(X)}$

5) $F(a) - F(b)$

6) $F^{`}(X)$

Эталон: 1

17. Какая из ниже приведенных формул позволяет найти среднее квадратическое отклонение НСВ

1) $\int_a^b xf(x)dx$

2) $\int_a^b x^2 f(x)dx - M^2(X)$

3) $\int_a^b f(x)dx$

4) $\sqrt{D(X)}$

5) $F(a) - F(b)$

6) $F`(X)$

Эталон: 4

18. Какая из ниже приведенных формул позволяет найти плотность распределения НСВ

1) $\int_a^b xf(x)dx$

2) $\int_a^b x^2 f(x)dx - M^2(X)$

3) $\int_a^b f(x)dx$

4) $\sqrt{D(X)}$

5) $F(a) - F(b)$

6) $F`(X)$

Эталон: 6

19. Какая из ниже приведенных формул позволяет найти вероятность попадания НСВ X в интервал (a, b) :

1) $\int_a^b xf(x)dx$

2) $\int_a^b x^2 f(x)dx - M^2(X)$

3) $\sqrt{D(X)}$

4) $F(a) - F(b)$

5) $F^{`}(X)$

Эталон: 4

20. Вероятность того, что непрерывная случайная величина примет значение, заключенное в интервале (a,b), равна:

1) приращению плотности распределения на этом интервале $P(a<X<b) = f(b)-f(a)$ **(нет)**

2)приращению функции распределения на этом интервале $P(a<X<b) = F(b)-F(a)$ **(да)**

21. Математическое ожидание постоянной величины равно

1) нулю

2) единице

3) самой постоянной

4) бесконечности

22. Дисперсия постоянной величины равна

1) нулю

2) единице

3) самой постоянной

4) бесконечности

23. Интеграл от плотности распределения f(x) непрерывной случайной величины $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx =$

1) 0

2) 1

3) ∞

4) -1

24. Две случайные величины называются _____________, если закон распределения одной из них не зависит от того, какие возможные значения приняла другая величина.

1) зависимыми

2) независимыми

3) взаимно независимыми

4) изолированно независимыми

5) взаимно зависимыми

25. Несколько случайных величин называются _____________, если законы распределения любого числа из них не зависят от того, какие возможные значения приняли остальные величины

1) зависимыми

2) независимыми

3) взаимно независимыми

4) изолированно независимыми

5) взаимно зависимыми

26. Математическое ожидание M(X) числа появлений события A в n независимых испытаниях равно

1) сумме числа испытаний и вероятности появления события в каждом испытании

2) среднему значению вероятности появления события в каждом испытании

3) **произведению числа испытаний на вероятность появления события в каждом испытании**

4) произведению числа испытаний на вероятности появления и не появления события в одном испытании

27. Дисперсия D(X) числа появлений события A в n независимых испытаниях, в каждом из которых вероятность p появления события постоянна равна

1) сумме числа испытаний и вероятности появления события в каждом испытании

2) среднему значению вероятности появления события в каждом испытании

3) произведению числа испытаний на вероятность появления события в каждом испытании

4) **произведению числа испытаний на вероятности появления и не появления события в одном испытании**

28. Дисперсия разности двух независимых случайных величин равна

1) разности дисперсий этих величин

2) сумме дисперсий этих величин

3) произведению дисперсий этих величин

4) частному дисперсий этих величин

29. Дисперсия суммы двух независимых случайных величин равна

1) разности дисперсий этих величин

2) сумме дисперсий этих величин

3) произведению дисперсий этих величин

4) частному дисперсий этих величин

30. Математическое ожидание суммы двух независимых случайных величин равно

1) сумме математических ожиданий этих величин

2)разности математических ожиданий этих величин

3) произведению математических ожиданий этих величин

4) частному математических ожиданий этих величин

31. Математическое ожидание произведения двух независимых случайных величин равно

1) сумме математических ожиданий этих величин

2)разности математических ожиданий этих величин

3) произведению математических ожиданий этих величин

4) частному математических ожиданий этих величин

32. Пусть случайная величина задана законом распределения.

X	$x_1 x_2$ ...x_n
P	p_1 p_2 ... p_n

Тогда

1) $M(X)=(x_1+x_2+ \ldots +x_n)(p_1+p_2+ \ldots +p_n)$

2) $M(X)=(x_1+p_1)(x_2+p_2)\ldots(x_n+p_n)$

3) $M(X)=x_1p_1+x_2p_2+\ldots+x_np_n$

4) $M(X)=x_1p_1-x_2p_2-\ldots-x_np_n$

33. Дисперсия равна

1)$D(X) = M(X) + M(X^2)$

2) $D(X) = M(X^2) + M(X)$

3)$D(X) = M(X) - M(X^2) + (M(X))^2$

4)$D(X) = M(X^2) - (M(X))^2$

Эталон: 4

34. Дисперсией называется

1)$D(X) = M[(X) + M(X^2)]$

2) $D(X) = M[X - M(X)]^2$

3)$D(X) = M(X) - [M(X^2) + M(X)]^2$

4)$D(X) = M[(X^2) - M(X)]^2$

Эталон: 2

35. Среднее квадратическое отклонение суммы конечного числа взаимно независимых случайных величин равно

1) сумме квадратов средних квадратических отклонений этих величин

2) квадратному корню из суммы квадратов средних квадратических отклонений этих величин

3) квадратному корню из произведения квадратов средних квадратических отклонений этих величин

4) произведению квадратов средних квадратических отклонений этих величин

36. Непрерывную случайную величину можно задать используя:

1) функцию распределения F(X)

2) все возможные значения и их вероятности

3) плотность распределения f(X)

4) среднее квадратическое отклонение

5) математическое ожидание

6) дисперсию

37. Какие из свойств функции распределения справедливы:

1) Значения функции распределения принадлежат отрезку [0;1]

2) Значения функции распределения принадлежат отрезку [-1;1]

3) F(X) - возрастающая функция, т.е. F(X2)>F(X1), если X2>X1

4) F(X) - неубывающая функция, т.е. F(X2)>=F(X1), если X2>X1

5) F(X) - убывающая функция, т.е. F(X2)<F(X1), если X2<X1

38. Если все возможные значения непрерывной случайной величины X принадлежат интервалу (a,b), то F(X)=0 при:

1) $x<a$

2) x>a

3) x=a

4) x=-a

39. Какие из свойств плотности распределения справедливы:

1) Несобственный интеграл от плотности распределения в пределах отминус бесконечности до плюс бесконечности равен 0

2) Несобственный интеграл от плотности распределения в пределах отминус бесконечности до плюс бесконечности равен 1

3) f(X) - отрицательная функция, т.е. f(X)<0

4) f(X) - положительная функция, т.е. f(X)>0

5) f(X) - неотрицательная функция, т.е. f(X)>=0

40. Если все возможные значения непрерывной случайной величины X принадлежат интервалу (a,b), то F(X)=1 при:

1) $x<b$

2) x>b

3) x=b

4) x=-b

41. Что относится к числовым характеристикам случайных величин:

1) Математическое ожидание

2) Вероятность

3) Закон распределения

4) Дисперсия

5) Среднее квадратичное отклонение

6) Плотность распределения

42. Какие из свойств математического ожидания справедливы:

1) M(C)=0

2) M(C)=C

3) M(CX)=CM(X)

4) M(CX)=C+M(X)

5) M(XY)=M(X)M(Y)

6) M(X+Y)=M(X)+M(Y)
7)M(X+Y)=M(X)+M(X)M(Y)+M(Y)

43. Какие из свойств дисперсии справедливы:
1) D(C)=0
2) D(C)=C
3) D(CX)=CD(X)
4) D(CX)=C^2D(X)
5) D(CX)=C+D(X)
5) D(XY)=D(X)D(Y)
6) D(X+Y)=D(X)+D(Y)
7) D(X-Y)=D(X)+D(Y)

44. Поставить в соответствие
1) дисперсия
2) среднее квадратическое отклонение
3) центральный момент порядка k
4) начальный момент порядка k

$a)\sqrt{D(X)}$

$b)M(X^k)$

$c)M[(X-M(X))^k]$

d)$M[X-M(X)]^2$

Эталон: 1-d; 2-a; 3-c; 4-b

45. Найти математическое ожидание случайной величины Z = 3X – 4 , если M(X) = 8
Эталон: 20

46. Найти дисперсию случайной величины Z = 3X – 4 , если D(X) = 8
Эталон: 72

47. Найти дисперсию D(2)
Эталон: 0

48. Найти математическое ожидание M(2)
Эталон: 2

49. Поставить в соответствие
1) $x_1p_1+x_2p_2+\cdots+x_np_n$

2) $\int_a^b xf(x)dx$

3) $\int_a^b x^2 f(x)dx - M^2(X)$

4) $M(X^2) - (M(X))^2$

a) дисперсия ДСВ
b) дисперсия НСВ
c) математическое ожидание ДСВ
d) математическое ожидание НСВ
Эталон: 1-c; 2-d; 3-b; 4-a

50. ДСВ X имеет два возможных значения x1 и x2. Вероятность того, что X примет значение x1 равна 0.2. Найти вероятность возможного значения x2.
Эталон: 0,8

51. Производятся 20 независимых испытаний. Вероятность появления события в каждом испытании 0,6. Найти математическое ожидание появления успеха в этих испытаниях.
Эталон: 12

52. Производятся 20 независимых испытаний. Вероятность появления события в каждом испытании 0,6. Найти дисперсию появления успеха в этих испытаниях.
Эталон: 4,8

53. ДСВ X принимает три возможных значения: x1=1 с вероятностью p1=0.2; x2=2 с вероятностью p2; x3=5 с вероятностью 0.3. Найти p2.
Эталон: 0,3

54. Дискретная случайная величина задана законом распределения:

X	1	3
P	0,4	0,6

Найти начальный момент первого порядка

Эталон: 2,2

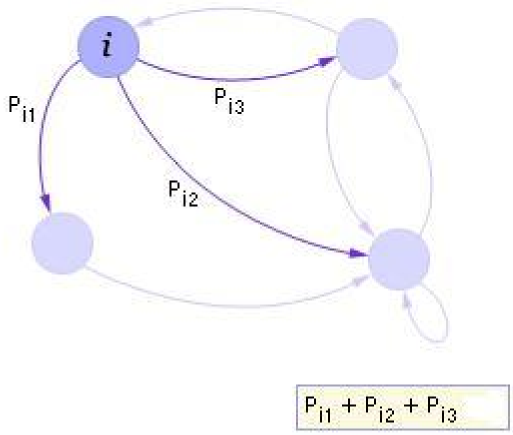
55. Дискретная случайная величина задана законом распределения:

X	3	5
P	0,2	0,8

Найти центральный момент первого порядка
Эталон: 0

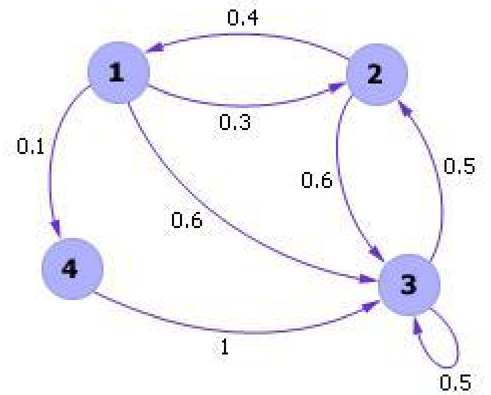
56. Случайный процесс называется марковским, если для каждого момента времени t вероятность любого состояния системы в 1)_______________ зависит только от ее состояния в 2)____________ и не зависит от того, как система 3)____________ в это состояние.
Эталон: 1)будущем; 2)настоящем; 3)пришла

57. У каждого состояния сумма вероятностей всех переходов из него в другие состояния равна



Эталон: 1

58. Марковской цепью, смоделированной по данному марковскому графу является



(ДА/НЕТ)
1)2- 4- 3- 1- 2...

2)1- 3- 2- 1- 4...

3)4- 3- 3- 2- 3...

4)1- 4- 2- 4- 3...

Эталон: 2)1- 3- 2- 1- 4...; 3)4- 3- 3- 2- 3...

59. Если вероятность перехода не зависит от времени, то марковскую цепь называют
1) однотипной
2) **однородной**
3) эквивалентной
4) равносильной

60. Различают марковские процессы
1) **с дискретным временем**
2) с постоянным временем
3)с убывающим временем

4) **с непрерывным временем**

5) с переменным временем

Тема 3.1 Предмет теории СМО. Классификация СМО.

Устный опрос (ОК1, ОК6, ОК7, ОК9) : Предмет теории СМО. Задачи теории СМО. Каналы обслуживания, требования, структура обслуживающей системы Основные элементы СМО. Классификация СМО по числу каналов, по времени пребывания заявки в очереди, по дисциплине обслуживания. Показатели эффективности использования СМО. Показатели качества обслуживания заявок. Простейший поток требований и его свойства.

Тема 3.2 Расчет показателей одноканальной СМО

Устный опрос(ОК1, ОК6, ОК7, ОК9)**:** Одноканальная система с отказами. Показатели эффективности использования одноканальной СМО с ожиданием и неограниченной очередью. Показатели качества обслуживания заявок одноканальной СМО с ожиданием и неограниченной очередью. Показатели эффективности использования одноканальной СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди. Показатели качества обслуживания заявок одноканальной СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди.

Решение задач: (ОК1, ОК6, ОК7, ОК9, ПК1.4)

В парикмахерской работает только один мужской мастер. Среднее время стрижки одного клиента составляет 20 мин. Клиенты в среднем приходят каждые 25 мин. Средняя стоимость стрижки составляет 60 руб. Как в первую смену с 9 до 15, так и во вторую – с 15 до 21, работают по одному мастеру. Определить ежедневный «чистый» доход каждого мастера, если он получает только 30% от выручки (остальное уходит на оплату аренды, налоги, и проч.).

На АЗС имеется одна колонка. Площадка, на которой машины ожидают заправку, может вместить не более трех машин одновременно, и если она занята, то очередная машина, прибывшая к станции, в очередь не становится, а проезжает на соседнюю АЗС. В среднем машины прибывают на станцию каждые 2 мин. Процесс заправки одной машины продолжается в среднем 2,5 мин. Определить основные характеристики системы.

Статистическими исследованиями в результате наблюдения установлено, что интенсивность потока телефонных звонков коммерческому директору $\lambda = 1.2$ вызова в минуту, средняя продолжительность разговора (обслуживания заявки) $t_{обсл} = 2.5$ мин и все потоки событий (вызовов и обслуживания) имеют характер простейших пуассоновских потоков.

Определим предельную (относительную и абсолютную) пропускную способность СМО, вероятность отказа, а также полное число обслуженных и необслуженных (получивших отказ) заявок в течение 1 ч работы СМО. Сравнить фактическую пропускную способность СМО с номинальной, т.е. с пропускной, способностью, которой обладала бы система в том случае, если бы каждая заявка обслуживалась ровно 2,5 мин и все заявки следовали бы одна за другой без перерыва.

Рекомендации к решению задачи: здесь $\lambda = 1.2$ ед. в мин.; $t = 2.5$ мин. или $\mu = 0.4$ заявки в мин.

Рабочий обслуживает m станков. Поток требований на обслуживание пуассоновский с параметром λ станков в час. Время обслуживания одного станка подчинено экспоненциальному закону. Среднее время обслуживания одного станка равна μ минут. Определить: 1) среднее число станков, ожидающих обслуживания, 2) коэффициент простоя станка, 3) коэффициент простоя рабочего.

$n=1$, $m=3$, $\lambda=2$, $\mu=8$.

Булочная «Горячий хлеб» имеет одного контролера-кассира. В течение часа приходят в среднем 54 покупателя. Средняя" стоимость одной покупки составляет 7 руб. Среднее время обслуживания контролером-кассиром одного покупателя составляет 1 мин. Определим выручку от продажи, характеристики СМО и проведем анализ ее работы.

Рекомендации к решению задачи: здесь λ = 54 ед. в час.; μ = 60 ед. в час.

Интенсивность потока автомобилей на АЗС к колонке за бензином АИ-92 составляет 30 автомобилей в 1 ч, а среднее время заправки равно 5 мин. Проведем анализ работы системы массового обслуживания АЗС.

Рекомендации к решению задачи: здесь λ = 2.4 ед. в час.; $t_{обс}$ = 20 мин.

Задачи для самостоятельного решения

В парикмахерской работает только один мужской мастер. Среднее время стрижки одного клиента составляет 20 мин. Клиенты в среднем приходят каждые 25 мин. Средняя стоимость стрижки составляет 60 руб. Как в первую смену с 9 до 15, так и во вторую - с 15 до 21, работают по одному мастеру. Провести анализ работы системы обслуживания.

Рекомендации к решению задачи: здесь λ = 30 ед. в час.; $t_{обс}$ = 5 мин. В качестве количества заявок в очереди можно указать, например, m = 4. тогда будут рассчитаны соответствующие вероятность появления данных заявок.

Рабочий обслуживает **m** станков. Поток требований на обслуживание пуассоновский с параметром λ станков в час. Время обслуживания одного станка подчинено экспоненциальному закону. Среднее время обслуживания одного станка равна μ минут. Определить: 1) среднее число станков, ожидающих обслуживания, 2) коэффициент простоя станка, 3) коэффициент простоя рабочего.

Тема 3.3 Расчет показателей меогоканальной СМО

Устный опрос(ОК1, ОК6, ОК7, ОК9)**:** Многоканальная СМО с отказами. Показатели эффективности использования многоканальной СМО с отказами. Показатели качества обслуживания заявок многоканальной СМО с отказами. Многоканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди. Показатели эффективности использования многоканально СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди. Показатели качества обслуживания заявок многоканальной СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди.

Решение задач: (ОК1, ОК6, ОК7, ОК9, ПК1.4)

В фирму поступает простейший поток заявок на телефонные переговоры с интенсивностью λ = 90 вызовов в час, а средняя продолжительность разговора по телефону = 2 мин. Определить оптимальное число телефонных номеров в фирме, если условием оптимальности считать удовлетворение из каждых 100 заявок на переговоры в среднем не менее 90 заявок.

В типографию с тремя множительными аппаратами поступают заказы от соседних предприятий на размножение рабочей документации. Если все аппараты заняты, то вновь поступающий заказ не принимается. Среднее время работы с одним заказом составляет 2 часа. Интенсивность потока **–** 0,5 заявки в час. Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы типографии

Система массового обслуживания - билетная касса с тремя окошками (с тремя кассирами) и неограниченной очередью. Пассажиров, желающих купить билет, приходит в среднем 5 человек за 20 мин. Поток пассажиров можно считать простейшим. Кассир в среднем обслуживает трех пассажиров за 10 минут. Время обслуживания подчинено показательному закону распределения. Определите вероятностные характеристики СМО в стационарном режиме.

Площадка у АЗС может вместить очередь не более m=3(машин). Машина, прибывшая в момент, когда все три места в очереди заняты, покидает АЗС (получает отказ). Найти характеристики СМО: вероятность отказа, относительную и абсолютную пропускную способности, среднее число занятых колонок, среднее число машин в очереди, среднее время ожидания и пребывания машины на АЗС.

Пусть n-канальная СМО представляет собой вычислительный центр (ВЦ) с тремя (n=3) взаимозаменяемыми ПЭВМ для решения поступающих задач. Поток задач, поступающих на ВЦ, имеет интенсивность λ=1 задача в час. Средняя продолжительность обслуживания tоб=1,8 час.

Требуется вычислить значения:
- вероятности числа занятых каналов ВЦ;
- вероятности отказа в обслуживании заявки;
- относительной пропускной способности ВЦ;
- абсолютной пропускной способности ВЦ;
- среднего числа занятых ПЭВМ на ВЦ.

Определите, сколько дополнительно надо приобрести ПЭВМ, чтобы увеличить пропускную способность ВЦ в 2 раза.

Механическая мастерская завода с тремя постами (каналами) выполняет ремонт малой механизации. Поток неисправных механизмов, прибывающих в мастерскую, - пуассоновский и имеет интенсивность λ=2,5 механизма в сутки, среднее время ремонта одного механизма распределено по показательному закону и равно tоб=0,5 сут. Предположим, что другой мастерской на заводе нет, и, значит, очередь механизмов перед мастерской может расти практически неограниченно.

Требуется вычислить следующие предельные значения вероятностных характеристик системы:
- вероятность состояний системы;
- среднее число заявок в очереди на обслуживание;
- среднее число находящихся в системе заявок;
- среднюю продолжительность пребывания заявки в очереди;
- среднюю продолжительность пребывания заявки в системе.

Задачи для самостоятельного решения

В аудиторскую фирму поступает простейший поток заявок на обслуживание с интенсивностью 1,5 заявки в день. Время обслуживания распределено по показательному закону и равно в среднем трем дням. Аудиторская фирма располагает пятью независимыми бухгалтерами, выполняющими аудиторские проверки (обслуживание заявок). Очередь заявок не ограничена. Дисциплина очереди не регламентирована. Определите вероятностные характеристики аудиторской фирмы как системы массового обслуживания, работающей в стационарном режиме.

Сберкасса имеет трех контролеров-кассиров ($n = 3$) для обслуживания вкладчиков. Поток вкладчиков поступает в сберкассу с интенсивностью $\lambda = 30$ чел./ч. Средняя продолжительность обслуживания контролером-кассиром одного вкладчика $\bar{t}_{обс} = 3$ мин. Определить характеристики сберкассы как объекта СМО.

Тестирование(ОК1, ОК6, ОК7, ОК9, ПК1.4)

Раздел 3. Системы массового обслуживания

Темы: Предмет теории СМО. Классификация СМО

Расчет показателей одноканальной СМО

Расчет показателей многоканальной СМО

Вопросы тестирования

1. Основными элементами СМО являются

1)**входящий поток требований**

2)дисциплина обслуживания

3)**очередь требований**

4)**обслуживающие устройства (каналы)**

5)время пребывания в очереди

6)длина очереди

2. Основными элементами СМО являются

1)коэффициент загрузки
2)дисциплина обслуживания
3)**очередь требований**
4)время пребывания в очереди
5)**не обслуженные заявки**
6)**выходящий поток требований**

3. По числу каналов СМО бывают
1)функциональными
2)**одноканальными**
3)**многоканальными**
4)структурными
5)базовыми

4. По времени пребывания требований в очереди до начала обслуживания СМО бывают
1)с пропорциональным временем ожидания
2)**с неограниченным временем ожидания**
3)с функциональным временем
4)**с отказами**
5)**смешанного типа**
6) системыLIFO

5. По правилам обслуживания СМО бывают
1)**с ожиданием и неограниченной очередью**
2)с неограниченным временем ожидания
3)**с ожиданием и ограничением на длину очереди**
4)**с отказами**
5)с приоритетным обслуживанием

6. По дисциплине обслуживания СМО бывают
1)**системы FIFO**
2)**системы LIFO**
3)с ожиданием и ограничением на длину очереди
4)с отказами
5)**с приоритетным обслуживанием**
6)с неограниченным временем ожидания

7. По месту нахождения источника требований СМО бывают
1)замкнутые
2) разомкнутые
3) внутренние
4) внешние
5) линейные

8. Среднее число требований, поступающих в систему обслуживания за единицу времени, называется
1)простейшим потоком
2)вероятностью отказа
3)**интенсивностью поступления требований**
4)относительной пропускной способностью СМО

9. Абсолютная пропускная способность СМО – это
1)средняя доля времени, в течении которого система занята обслуживанием заявок

2)среднее время ожидания заявки в очереди
3)**среднее число заявок, обслуживаемых в единицу времени**
4) среднее число заявок в очереди

10. Относительная пропускная способность СМО – это
средняя доля времени, в течении которого система занята обслуживанием заявок
среднее время ожидания заявки в очереди
среднее число заявок, обслуживаемых в единицу времени
отношение абсолютной пропускной способности к среднему числу заявок, поступивших за единицу времени

11. Коэффициент использования СМО – это
1) **средняя доля времени, в течении которого система занята обслуживанием заявок**
2) среднее время ожидания заявки в очереди
3) среднее число заявок, обслуживаемых в единицу времени
4)отношение абсолютной пропускной способности к среднему числу заявок, поступивших за единицу времени

12. В теории систем массового обслуживания обслуживаемый объект называют
1) клиентом
2) **заявкой**
3) посетителем
4) прошением
5) **требованием**

13. Средства, обслуживающие требования называются
1) **каналами обслуживания**
2) средствами обслуживания
3) объектами обслуживания
4) исполнителями обслуживания

14. Показатели эффективности использования СМО
1) **абсолютная пропускная способность**
2) **средняя продолжительность периода занятости СМО**
3) среднее время ожидания заявки в очереди
4) **коэффициент использования СМО**
5) среднее время пребывания заявки в СМО
6) вероятность отказа заявки в обслуживании
7) **относительная пропускная способность**
8) среднее число заявок в очереди

15. Показатели качества обслуживания заявок
1) абсолютная пропускная способность
2) средняя продолжительность периода занятости СМО
3) **среднее время ожидания заявки в очереди**
4) коэффициент использования СМО
5) **среднее время пребывания заявки в СМО**
6) **вероятность отказа заявки в обслуживании**
7) относительная пропускная способность
8) **среднее число заявок в очереди**

16. Показатели качества обслуживания заявок
1) **среднее число заявок, находящихся в системе**
2) **средняя длина очереди**
3) **среднее время ожидания заявки в очереди**
4) коэффициент использования СМО
5) **среднее время пребывания заявки в СМО**
6) среднее число каналов, занятых обслуживанием заявок
7) относительная пропускная способность
8) абсолютная пропускная способность

17. Если поток требований обладает свойством стационарности, отсутствия последствия и ординарности, то он называется **простейшим.**

18. Если число требований, поступающих в систему в равные промежутки времени, в среднем постоянно, то поток требований обладает свойством
1) **стационарности**
2) состоятельности
3) отсутствия последствия
4) ординарности
5) несмещенности

19. Если число требований, поступающих в данный отрезок времени, не зависит от числа требований, обслуженных в предыдущем промежутке времени, то поток требований обладает свойством
1) стационарности
2) состоятельности
3) **отсутствия последствия**
4) ординарности
5) несмещенности

20. Если поступление требований таково, что практически невозможно одновременное поступление двух и более требований, то поток требований обладает свойством
1) стационарности
2) состоятельности
3) отсутствия последствия
4) **ординарности**
5) несмещенности

21. Для простейшего потока распределение числа требований, поступающих в систему за время t подчиняется
1) нормальному закону распределения
2) экспоненциальному закону распределения
3) **закону распределения Пуассона**
4) закону распределения Стьюдента

22. Поставить в соответствие

1) $\overline{t_{обс}}$	а) интенсивность обслуживания
2) μ	б) коэффициент загрузки
3) λ	в) среднее время обслуживания одним устройством
4) α	г) интенсивность поступления заявок

Эталон: 1-в, 2-а, 3-г, 4-б

23. Коэффициент загрузки определяется отношением

1) $1/\overline{t_{обс}}$

2) λ/μ

3) μ/λ

4)$\lambda \cdot \overline{t_{обс}}$

5) $\lambda \cdot \mu$

24. Интенсивность обслуживания определяется отношением

1)$1/\overline{t_{обс}}$

2)λ/μ

3) μ/λ

4) $\lambda \cdot \overline{t_{обс}}$

5) $\lambda \cdot \mu$

25. Для СМО с ожиданием количество обслуживающих устройств n должно удовлетворять отношению

1) $n < \alpha$

2) $n > \alpha$

3) $n = \alpha$

4) $n \leq \alpha$

5) $n \geq \alpha$

26. Для СМО с отказами и смешанного типа количество обслуживающих устройств n должно удовлетворять отношению

1) $n < \alpha$

2) $n > \alpha$

3) $n = \alpha$

4) $n \leq \alpha$

5) $n \geq \alpha$

27. Вызов абонента, имеющего только один телефонный номер, через АТС

1) **одноканальная СМО с отказами**

2) многоканальная СМО с отказами

3) одноканальная СМО с ограниченной очередью

4) многоканальная СМО с ограниченной очередью

5) одноканальная СМО с неограниченной очередью

6) многоканальная СМО с неограниченной очередью

7) теория СМО неприемлима

28. В отделении банка работают несколько операторов. Если все операторы заняты, клиент не обслуживается.

1) одноканальная СМО с отказами

2) **многоканальная СМО с отказами**

3) одноканальная СМО с ограниченной очередью

4) многоканальная СМО с ограниченной очередью

5) одноканальная СМО с неограниченной очередью

6) многоканальная СМО с неограниченной очередью

7) теория СМО неприемлима

29. Три кладовщика выдают рабочим по их требованию наборы инструментов. Если все кладовщики заняты, то рабочий становится в очередь, число мест в которой ограничено.

1) одноканальная СМО с отказами
2) многоканальная СМО с отказами
3) одноканальная СМО с ограниченной очередью
4) **многоканальная СМО с ограниченной очередью**
5) одноканальная СМО с неограниченной очередью
6) многоканальная СМО с неограниченной очередью
7) теория СМО неприемлима

30. Работа телефонной справочной службы железнодорожного вокзала

1) одноканальная СМО с отказами
2) **многоканальная СМО с отказами**
3) одноканальная СМО с ограниченной очередью
4) многоканальная СМО с ограниченной очередью
5) одноканальная СМО с неограниченной очередью
6) многоканальная СМО с неограниченной очередью
7) теория СМО неприемлима

31. В универсаме к пяти кассирам поступает поток покупателей.

1) одноканальная СМО с отказами
2) многоканальная СМО с отказами
3) одноканальная СМО с ограниченной очередью
4) многоканальная СМО с ограниченной очередью
5) одноканальная СМО с неограниченной очередью
6) **многоканальная СМО с неограниченной очередью**
7) теория СМО неприемлима

32. Железнодорожная станция принимает на 5 путей пассажирские поезда и электрички, которые прибывают каждые 15 минут на каждый из них и отбывают по расписанию

1) одноканальная СМО с отказами
2) многоканальная СМО с отказами
3) одноканальная СМО с ограниченной очередью
4) многоканальная СМО с ограниченной очередью
5) одноканальная СМО с неограниченной очередью
6) многоканальная СМО с неограниченной очередью
7) **теория СМО неприемлима**

33. В пункте обмена валюты работают два оператора. По условиям безопасности в помещении пункта может находится одновременно не более пяти человек, включая обслуживаемых клиентов.

1) одноканальная СМО с отказами
2) многоканальная СМО с отказами
3) одноканальная СМО с ограниченной очередью
4) **многоканальная СМО с ограниченной очередью**
5) одноканальная СМО с неограниченной очередью
6) многоканальная СМО с неограниченной очередью
7) теория СМО неприемлима

34. В пункте проведения профилактического ремонта автомашин работает одна группа проведения осмотра. Автостоянка около пункта рассчитана на 5 машин.

1) одноканальная СМО с отказами
2) многоканальная СМО с отказами
3) **одноканальная СМО с ограниченной очередью**
4) многоканальная СМО с ограниченной очередью
5) одноканальная СМО с неограниченной очередью
6) многоканальная СМО с неограниченной очередью
7) теория СМО неприемлима

35. Телефонная АТС имеет одну линию, на которую в среднем приходит 0,8 вызова в минуту. Среднее время разговора 1,5 минуты. Вызов, пришедший во время разговора, не обслуживается. Найти относительную пропускную способность (оставить три знака после запятой)

Эталон: 0,455

Основные характеристики работы одноканальной СМО с отказами
$P_0 = \frac{1}{1+a}$ или $P_0 = \frac{\mu}{\mu+\lambda}$
$P_{отк} = aP_0 = P_1$ или $P_{отк}\ \frac{\lambda}{\lambda+}$
$Q = 1 - P_1 = P_0$
$A = \lambda Q = \lambda P_0 = \frac{\lambda\mu}{\lambda+\mu}$
$T_{обс} = \frac{1}{\mu}$
$T_{сис} = T_{обс} P_0 = \frac{1}{\lambda+\mu}$

36. Телефонная АТС имеет одну линию, на которую в среднем приходит 0,8 вызова в минуту. Среднее время разговора 1,5 минуты. Вызов, пришедший во время разговора, не обслуживается. Найти абсолютную пропускную способность (оставить три знака после запятой)

Эталон: 0,364

37. Телефонная АТС имеет одну линию, на которую в среднем приходит 0,8 вызова в минуту. Среднее время разговора 1,5 минуты. Вызов, пришедший во время разговора, не обслуживается. Найти вероятность отказа в обслуживании (оставить три знака после запятой)

Эталон: 0,364

38. Телефонная АТС имеет одну линию, на которую в среднем приходит 0,8 вызова в минуту. Среднее время разговора 1,5 минуты. Вызов, пришедший во время разговора, не обслуживается. Найти среднее время пребывания заявки в системе (оставить два знака после запятой)

Эталон: 0,68

39. В отделении банка на обслуживании клиентов работают 3 оператора. Среднее время обслуживания одного клиента оператором – 12 минут. В среднем за час в банк обращаются 15

клиентов. Если все операторы заняты, клиенты не обслуживаются. Найти коэффициент загрузки СМО.

Эталон: 3

40. В отделении банка на обслуживании клиентов работают 3 оператора. Среднее время обслуживания одного клиента оператором – 12 минут. В среднем за час в банк обращаются 15 клиентов. Если все операторы заняты, клиенты не обслуживаются. Найти вероятность того, что система свободна (оставить три знака после запятой).

Эталон: 0,077

Основные характеристики работы многоканальной СМО с отказами
$P_0 = \left[\sum_{i=0}^{n} \frac{a^i}{i!}\right]^{-1}$
$P_n = P_0 \frac{a^n}{n!}$
$Q = 1 - P_{\text{отк}}$
$A = \lambda Q$
$T_{\text{сис}} = T_{\text{обс}} P_0 = Q \frac{1}{\mu}$
$K = \frac{A}{\mu} = aQ$

41. В отделении банка на обслуживании клиентов работают 3 оператора. Среднее время обслуживания одного клиента оператором – 12 минут. В среднем за час в банк обращаются 15 клиентов. Если все операторы заняты, клиенты не обслуживаются. Найти вероятность отказа в обслуживании (оставить три знака после запятой).

Эталон: 0,346

42. В отделении банка на обслуживании клиентов работают 3 оператора. Среднее время обслуживания одного клиента оператором – 12 минут. В среднем за час в банк обращаются 15 клиентов. Если все операторы заняты, клиенты не обслуживаются. Найти относительную пропускную способность (оставить три знака после запятой).

Эталон: 0,654

43. В отделении банка на обслуживании клиентов работают 3 оператора. Среднее время обслуживания одного клиента оператором – 12 минут. В среднем за час в банк обращаются 15 клиентов. Если все операторы заняты, клиенты не обслуживаются. Найти абсолютную пропускную способность (оставить два знака после запятой).

Эталон: 9,81

44. В отделении банка на обслуживании клиентов работают 3 оператора. Среднее время обслуживания одного клиента оператором – 12 минут. В среднем за час в банк обращаются 15 клиентов. Если все операторы заняты, клиенты не обслуживаются. Найти среднее число каналов, занятых обслуживанием заявок (округлить до целого).

Эталон: 2

45. Поставить в соответствие (n-число каналов; m- допустимая длина очереди)

1) $n=1$ $m=0$
2) $n>1$ $m=0$
3) $n=1$ $1<m<\infty$
4) $n>1$ $1<m<\infty$
5) $n=1$ $m=\infty$
6) $n>1$ $m=\infty$

а) одноканальная с ограниченной очередью
б) многоканальная с ограниченной очередью
в) одноканальная с отказами
г) многоканальная с отказами
д) многоканальная с неограниченной очередью
е) одноканальная с неограниченной очередью

Вопросы к дифференцированному зачету

1. Неориентированный (ориентированный) граф. Псевдограф, мультиграф. Разновидности графов (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
2. Степень вершины, полустепень исхода (захода). Сумма степеней всех вершин графа(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
3. Маршрут (путь), длина маршрута (пути), замкнутый маршрут (путь) (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
4. Цепь, простая цепь, цикл (контур), простой цикл (простой контур) (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
5. Нагруженные графы(орграфы), длина пути нагруженного орграфа(графа) (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
6. Операция над графами(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
7. Матрица смежности ориентированного и неориентированного графа .Свойства. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
8. Матрица инцидентности ориентированного и неориентированного графа. Свойства. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
9. Связные вершины, связный граф. Компонента связности. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
10. Матрица достижимости. Матрица связности(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
11. Матрица сильной связности(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
12. Определение минимального пути графа (орграфа).Свойства минимальных путей графа (орграфа) (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
13. Нагруженный граф (орграф). Длина пути (маршрута) нагруженного орграфа (графа).Определение минимального пути нагруженного графа (орграфа) (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
14. Эйлеровы и гамильтоновы циклы и цепи. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
15. Критерий эйлеровости графа. Теорема о существовании эйлерова цикла в графе. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
16. Критерий полуэйлеровости графа. Теорема о существовании эйлеровой цепи в графе. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
17. Теорема о существовании эйлерова цикла и эйлеровой цепи в орграфе. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
18. Формула эйлера и следствия из нее. Критеий планарности графа. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
19. Мосты и их свойства(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
20. Граф-дерево, лес, теорема о свойствах деревьев(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
21. Ориентированные деревья. Обход графа по глубине и ширине(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4,

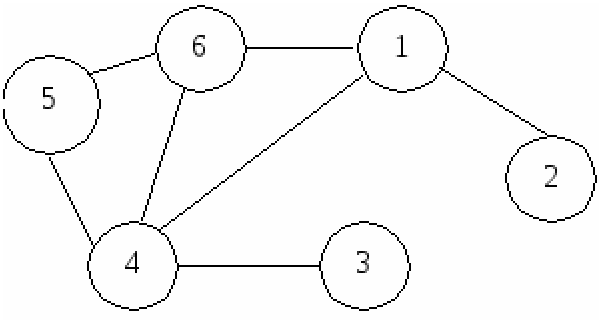
ОК8)

22. Остовные дерево графа Минимальное остовное дерево графа(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
23. Транспортная сеть Допустимый поток, полный поток(ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
24. Разрез транспортной сети Пропускная способность разреза (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
25. Теорема форда-фалкерсона. Следствия. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8)
26. Случайная величина, дискретные и непрерывные случайные величины (ОК1, ОК5, ОК9)
27. Закон распределения вероятностей ДСВ. (ОК1, ОК5, ОК9)
28. Математическое ожидание ДСВ Свойства математического ожидания(ОК1, ОК5, ОК9)
29. Дисперсия ДСВ Формула для вычисления дисперсии Свойства дисперсии(ОК1, ОК5, ОК9)
30. Определение функции распределения. Свойства функции распределения(ОК1, ОК5, ОК9)
31. Плотность распределения. Свойства плотности распределения(ОК1, ОК5, ОК9)
32. Числовые характеристики НСВ. Вероятность попадания в интервал. (ОК1, ОК5, ОК9)
33. Нормальное распределение(ОК1, ОК5, ОК9)
34. Показательное распределение(ОК1, ОК5, ОК9)
35. Функция надежности, показательный закон надежности, характеристическое свойство. (ОК1, ОК5, ОК9)
36. Равномерное распределение(ОК1, ОК5, ОК9)
37. Понятие о системе нескольких случайных величин(ОК1, ОК5, ОК9)
38. Закон распределения вероятностей дискретной двумерной случайной величины(ОК1, ОК5, ОК9)
39. Функция распределения двумерной случайной величины и ее свойства. Двумерная плотность вероятности. (ОК1, ОК5, ОК9)
40. Понятие случайного процесса, вероятностные и стохастические процессы(ОК1, ОК5, ОК9)
41. Марковский случайный процесс, марковский процесс с дискретным временем. (ОК1, ОК5, ОК9)
42. Марковский процесс с непрерывным временем(ОК1, ОК5, ОК9)
43. Процесс гибели и размножения. (ОК1, ОК6, ОК7, ОК9)
44. Предмет теории СМО. Задачи теории СМО. (ОК1, ОК6, ОК7, ОК9)
45. Основные элементы СМО(ОК1, ОК6, ОК7, ОК9)
46. Классификация СМО по числу каналов, по времени пребывания заявки в очереди, по дисциплине обслуживания(ОК1, ОК6, ОК7, ОК9)
47. Показатели эффективности использования СМО(ОК1, ОК6, ОК7, ОК9)
48. Показатели качества обслуживания заявок(ОК1, ОК6, ОК7, ОК9)
49. Простейший поток требований и его свойства. (ОК1, ОК6, ОК7, ОК9)
50. Одноканальная система с отказами(ОК1, ОК6, ОК7, ОК9)
51. Одноканальная СМО с ожиданием и неограниченной очередью(ОК1, ОК6, ОК7, ОК9)
52. Одноканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди. (ОК1, ОК6, ОК7, ОК9)
53. Многоканальная СМО с отказами(ОК1, ОК6, ОК7, ОК9)
54. Многоканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди(ОК1, ОК6, ОК7, ОК9)

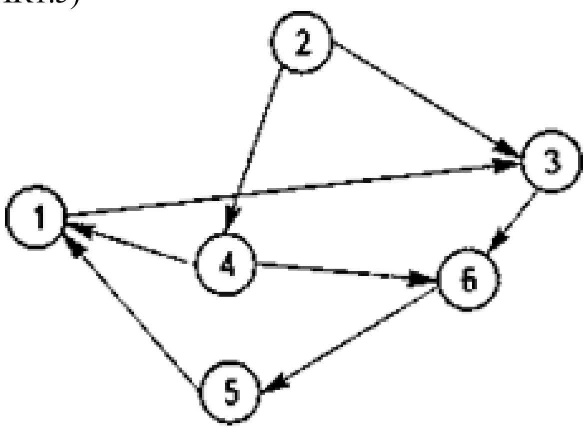
55. Многоканальная СМО с ожиданием и неограниченной очередью. (ОК1, ОК6, ОК7, ОК9)

Практический задания к дифференцированному зачету

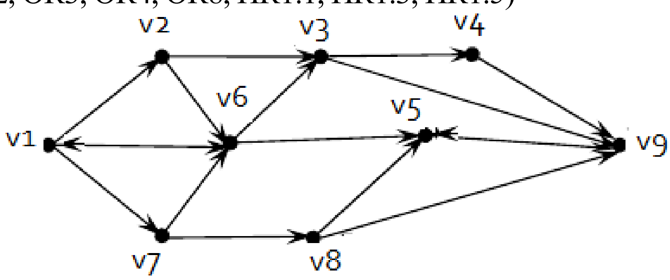
1. Для данного графа определить степени вершин, построить матрицу смежности. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)



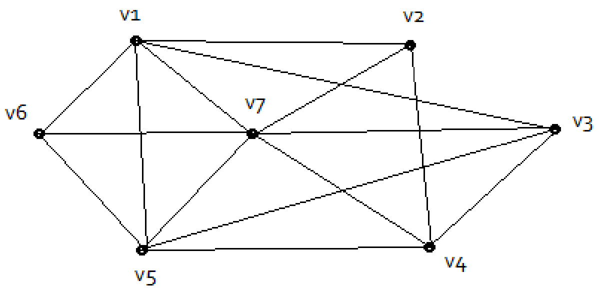
2. Для данного орграфа определить п/степени вершин, построить матрицу смежности. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)



3. Для данного орграфа определить п/степени вершин, построить матрицу инцидентности. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)



4. Для данного графа определить степени вершин, построить матрицу инцидентности (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)



5. Дана матрица сильной связности S(D). Выделить компоненты сильной связности. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)

$$S(D)=\begin{matrix} 0&1&0&0&1&0 \\ 1&0&0&1&0&0 \\ 0&1&0&1&0&1 \\ 0&0&0&0&1&0 \\ 0&0&1&0&0&0 \\ 0&0&0&0&0&0 \end{matrix}$$

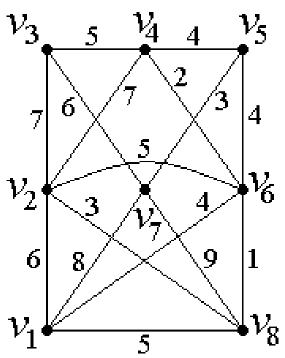
6. Для орграфа заданного матрицей смежности определить путь минимальной длины из вершины v_1 в вершину v_7 используя алгоритм фронта волны. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)

$$\begin{matrix} 0&1&0&1&0&0&0 \\ 0&0&1&0&0&0&0 \\ 0&0&0&0&0&1&0 \\ 0&0&0&0&0&1&0 \\ 0&0&0&0&0&0&1 \\ 0&1&0&0&0&0&1 \\ 0&0&1&0&0&0&0 \end{matrix}$$

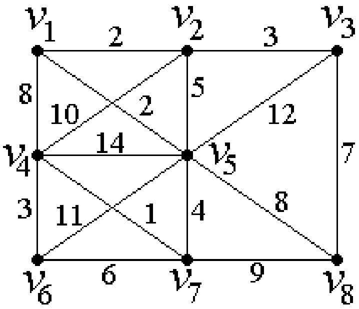
7. Проверить, существует ли в мультиграфе, заданном матрицей смежности, эйлерова цепь или цикл? Если да, то найти. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)

$$\begin{matrix} 0&2&0&1&0&2 \\ 2&0&1&0&1&0 \\ 0&1&0&2&0&1 \\ 1&0&2&0&2&0 \\ 0&1&0&2&0&1 \\ 2&0&1&0&1&0 \end{matrix}$$

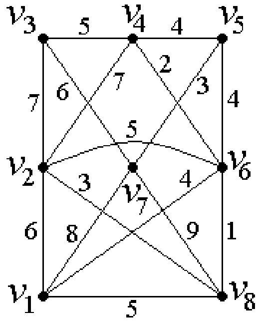
8. Найти минимальное остовное дерево. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)



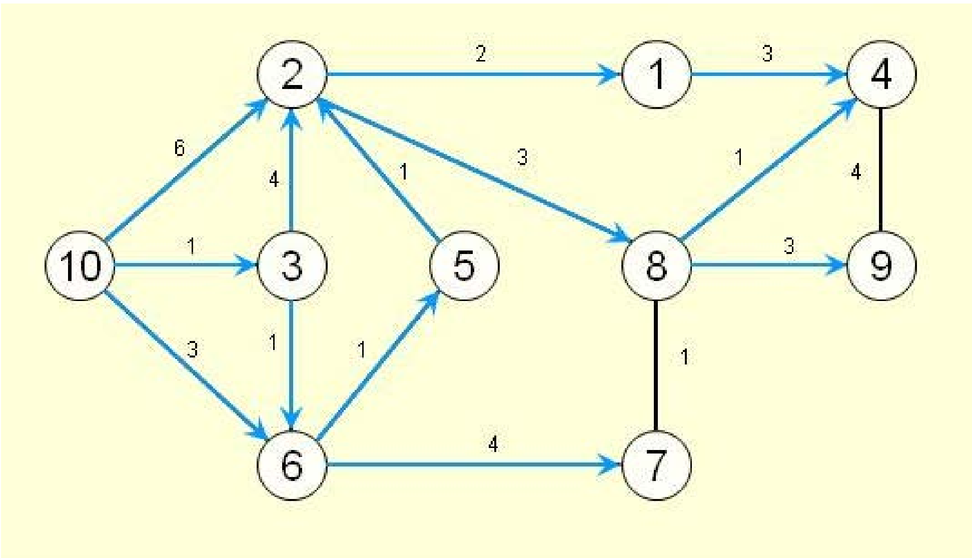
9. Найти кратчайшие пути от вершины v_1 до всех остальных вершин графа используя алгоритм Дейкстры. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)



10. Найти кратчайшие пути от вершины v_1 до всех остальных вершин графа используя алгоритм Дейкстры. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)



11. Найти кратчайшие пути от вершины v_1 до всех остальных вершин графа используя алгоритм Дейкстры. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)



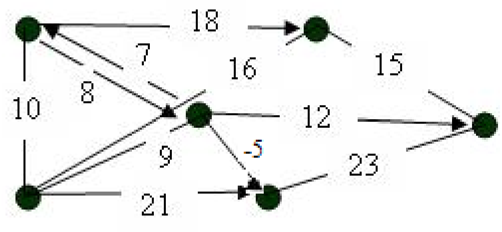
12. Найти пути минимальной длины из $v1$ в $v6$, среди путей содержащих не более шести дуг (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)

$$C(D) = \begin{matrix} \infty & 5 & \infty & 6 & \infty & 10 \\ \infty & \infty & 2 & \infty & -1 & 3 \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & -3 & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 1 & 2 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 5 & \infty & \infty & \infty \end{matrix}$$

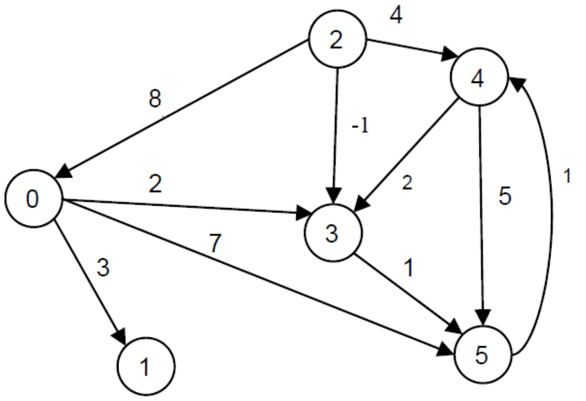
13. Найти пути минимальной длины из v1 в v4 среди путей, содержащих не более четырех дуг (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)

$$C(D) = \begin{matrix} \infty & -2 & \infty & 4 & \infty & 5 \\ \infty & \infty & 1 & \infty & 8 & 9 \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & -1 & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 1 & 2 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 7 & \infty & \infty & \infty \end{matrix}$$

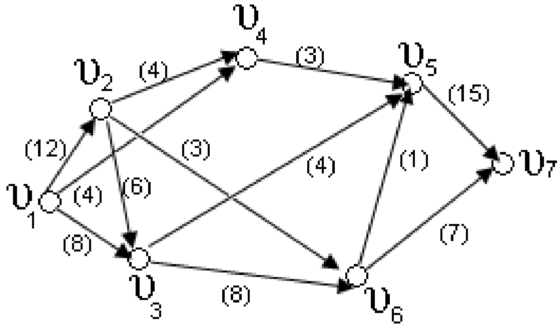
14. Определить длины кратчайших путей между всеми парами вершин графа используя алгоритм Флойда. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)



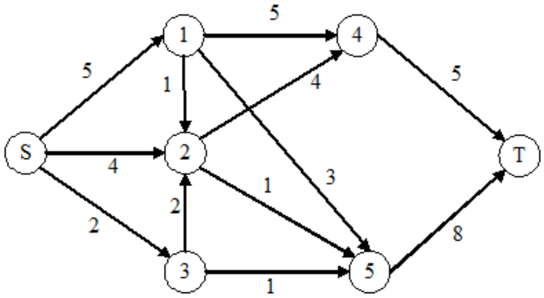
15. Определить длины кратчайших путей между всеми парами вершин графа используя алгоритм Флойда. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)



16. Найти максимальный поток в транспортной сети начиная с полного потока. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)



17. Найти максимальный поток и критический разрез. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)



56. Найти математическое ожидание случайной величины X, заданной законом распределения: (ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

18.

X	0,21	0,54	0,61	0,32
p	0,1	0,3	0,4	0,2

19. Дискретная случайная величина X принимает три возможных значения: $x1=4$ с вероятностью $p1= 0,5$; $x2=6$ с вероятностью $p2=0,3$ и x3 с вероятностью p3. Найти x3 и p3, зная, что M(X)=8. (ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

20. Найти математическое ожидание случайной величины $Z=2X-4$, если M(X)=2, M(Y)=6. (ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

21. Дискретная случайная величина X имеет только два возможных значения: x1 и x2, причем $x2>x1$. Вероятность того, что X примет значение x1, равна 0,6. Найти закон распределения величины X, если математическое ожидание и дисперсия известны: M(X)=1,6; D(X)=0,24. (ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

22. Найти дисперсию и среднее квадратическое отклонение дискретной случайной величины X, заданной законом распределения: (ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

X	4,3	5,1	10,6
p	0,2	0,3	0,5

23. Случайные величины X и Y независимы. Найти дисперсию случайной величины $Z=X-3Y$, если известно, что D(X)=5, D(Y)=6. (ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

24. Найти дисперсию дискретной случайной величины X-числа отказов элемента некоторого устройства в десяти независимых опытах, если вероятность отказа элемента в каждом опыте равна 0,9. (ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

25. Производятся независимые испытания с одинаковой вероятностью появления события A в каждом испытании. Найти вероятность появления события A, если дисперсия числа появлений события в трех независимых испытаниях равна 0,63. (ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

26. Непрерывная случайная величина задана функцией распределения F(x).Найти вероятность попадания случайной величины в интервал (0,5; 1) (ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \le 0 \\ 16/25\, x^2 & \text{при } 0< x \le 5/4 \\ 1 & \text{при } x > 5/4. \end{cases}$$

27. Непрерывная случайная величина задана функцией распределения F(x). Найти математическое ожидание непрерывной случайной величины(ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \le 0 \\ 16/25\, x^2 & \text{при } 0< x \le 5/4 \\ 1 & \text{при } x > 5/4. \end{cases}$$

28. Непрерывная случайная величина задана плотностью распределения f(x). Найти дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины. (ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \le 0 \\ (32/25)x & \text{при } 0< x \le 5/4 \end{cases}$$

0 при $x > 5/4$.

29. Непрерывная случайная величина задана функцией распределения F(x).Найти вероятность попадания случайной величины в интервал (-1; 1) (ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \le -2 \\ (x3 + 8)/16 & \text{при } -2<x \le 2 \\ 1 & \text{при } x> 2. \end{cases}$$

30. Все значения равномерно распределенной непрерывной случайной величины лежат на отрезке от 2 до 8. Найти плотность вероятности, функцию распределения и числовые характеристики непрерывной случайной величины и вероятность попадания в интервал от 3 до 5. Построить графики(ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

31. При работе прибора в случайные моменты возникают неисправности. Количество неисправностей, возникающих за определенный промежуток времени подчиняется закону Пауссона. Среднее число неисправностей за сутки равно 2. Определить вероятность того, что:

1) За 2е суток не будет ни одной неисправности.

2) В течении суток возникнет хотя бы одна неисправность

3) За неделю работы возникнет не более 3х неисправностей. (ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

32. Микропроцессор имеет 10000 транзисторов, работающих независимо друг от друга. Вероятность того, что транзистор выйдет из строя во время работы прибора, является величиной маловероятной и составляет 0,0007. Определить математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение случайной величины X — числа транзисторов, выйдут из строя во время работы процессора(ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

33. Непрерывная случайная величина распределена по экспоненциальному закону с параметром. Найти плотность вероятности, функцию распределения и числовые характеристики непрерывной случайной величины, а так же вероятность попадания значения непрерывной случайной величины в интервал (0.1; 0.2). Построить графики. (ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

34. Случайная величина X распределена по нормальному закону с математическим ожиданием $a = 15$ и дисперсией $D = 4$.

Найти: (ОК1, ОК5, ОК9, ПК1.2)

а)вероятность того, что X примет значение, принадлежащее интервалу (9; 19);

б)вероятность того, что абсолютная величина отклонения X-a окажется меньше $\delta = 0{,}01$.

35. Статистическими исследованиями в результате наблюдения установлено, что интенсивность потока телефонных звонков коммерческому директору $\lambda = 1.2$ вызова в минуту, средняя продолжительность разговора (обслуживания заявки) $t_{обсл} = 2.5$ мин и все потоки событий (вызовов и обслуживания) имеют характер простейших пуассоновских потоков. Определить предельную (относительную и абсолютную) пропускную способность СМО, вероятность отказа, а также полное число обслуженных и не обслуженных (получивших отказ) заявок. (ОК1, ОК6, ОК7, ОК9, ПК1.4)

36. Рабочий обслуживает m станков. Поток требований на обслуживание пуассоновский с параметром λ станков в час. Время обслуживания одного станка подчинено экспоненциальному закону. Среднее время обслуживания одного станка равна μ минут. Определить среднее число станков, ожидающих обслуживания, если $n=1$, $m=3$, $\lambda=2$, $\mu=8$. . (ОК1, ОК6, ОК7, ОК9, ПК1.4)

37. Рабочий обслуживает m станков. Поток требований на обслуживание пуассоновский с параметром λ станков в час. Время обслуживания одного станка подчинено экспоненциальному закону. Среднее время обслуживания одного станка равна μ минут. Определить вероятность простоя станка, если $n=2$, $m=2$, $\lambda=4$, $\mu=12$. (ОК1, ОК6, ОК7, ОК9, ПК1.4)

38. Интенсивность потока автомобилей на АЗС к колонке за бензином АИ-92 составляет 30 автомобилей в 1 ч, а среднее время заправки равно 5 мин. Определить среднее число машин находящихся в очереди и среднее время пребывания в очереди. (ОК1, ОК6, ОК7, ОК9, ПК1.4)

39. В типографию с тремя множительными аппаратами поступают заказы от соседних

предприятий на размножение рабочей документации. Если все аппараты заняты, то вновь поступающий заказ не принимается. Среднее время работы с одним заказом составляет 2 часа. Интенсивность потока – 0,5 заявки в час. Найти показатели эффективности работы типографии. (ОК1, ОК6, ОК7, ОК9, ПК1.4)

40. Пусть n-канальная СМО представляет собой вычислительный центр (ВЦ) с тремя (n=3) взаимозаменяемыми ПЭВМ для решения поступающих задач. Поток задач, поступающих на ВЦ, имеет интенсивность λ=1 задача в час. Средняя продолжительность обслуживания tоб=1,8 час. Требуется вычислить вероятность числа занятых каналов ВЦ и вероятность отказа в обслуживании заявки. (ОК1, ОК6, ОК7, ОК9, ПК1.4)

41. Пусть n-канальная СМО представляет собой вычислительный центр (ВЦ) с тремя (n=3) взаимозаменяемыми ПЭВМ для решения поступающих задач. Поток задач, поступающих на ВЦ, имеет интенсивность λ=1 задача в час. Средняя продолжительность обслуживания tоб=1,8 час. Требуется вычислить относительную и абсолютную пропускную способность ВЦ. . (ОК1, ОК6, ОК7, ОК9, ПК1.4)

42. В парикмахерской работают два мастера. Время обслуживания распределено по показательному закону со средним 12 минут. Ожидать обслуживание могут не более трех человек. Поток клиентов простейший с интенсивностью 10 клиентов/час. Найдите важнейшие операционные характеристики этой системы. . (ОК1, ОК6, ОК7, ОК9, ПК1.4)

43. Рассматривается круглосуточная работа пункта проведения профилактического осмотра автомашин с четырьмя каналами(четыре группы проведения осмотра). На осмотр и выявление дефектов каждой машины затрачивается в среднем 0,5 часа. На осмотр поступает в среднем 36 машин в сутки. Поток заявок и обслуживание простейшие. Если машина, прибывшая в пункт осмотра, не застает ни одного канала свободным, она покидает пункт осмотра необслуженной. Определите предельные вероятности состояний и характеристики обслуживания профилактического пункта осмотра. Найти минимальное число каналов, при котором относительная пропускная способность пункта осмотра будет не менее 0,9. (ОК1, ОК6, ОК7, ОК9, ПК1.4)

44. В компьютерный класс завезли 5 компьютеров, которые требуется связать локальной сетью. Известны расстояния между компьютерами. Требуется связать компьютеры таким образом, чтобы общая длина кабеля была бы наименьшей. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)

N \ N	1	2	3	4	5
1	-	4	5	7	1
2	4	-	3	8	6
3	5	3	-	4	1
4	7	8	4	-	2
5	1	6	1	2	-

45. Телефонная компания планирует соединить подземным кабелем шесть городов, расстояния между которыми известны. Требуется найти минимальную длину кабеля, позволяющего жителям любых двух городов связаться друг с другом: (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)

N	A	B	C	D	E	F
A	-	9	7	6	10	20
B	9	-	4	8	7	3
C	7	4	-	2	4	8

D	6	8	2	-	10	9
E	10	7	4	10	-	20
F	20	3	8	9	20	-

46. В офисе компании установили 6 компьютеров, которые требуется связать локальной сетью. Известны расстояния между компьютерами. Требуется связать компьютеры таким образом, чтобы общая длина кабеля была бы наименьшей. (ОК1, ОК2, ОК3, ОК4, ОК8, ПК1.1, ПК1.3, ПК1.5)

N \ N	1	2	3	4	5	6
1	-	3	7	2	1	2
2	3	-	3	8	6	4
3	7	3	-	4	1	3
4	7	8	4	-	2	12
5	1	6	1	2	-	9
6	2	4	3	12	9	-

7. Регламент дисциплины.

Дифференцированный зачет нацелен на комплексную проверку освоения междисциплинарного курса, проводится в устной форме по вопросам по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций.

Компетенции	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения (баллы)			
		2	3	4	5
ОК-1	Знать вероятностные и стохастические процессы, элементы теории массового обслуживания, основные соотношения теории очередей, основные понятия теории графов	Не знает Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь вычислять вероятностные характеристики и исследовать свойства различных случайных процессов; исследовать качество функционирования	Не умеет Демонстрирует частичные умения, допуская грубые ошибки	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания на практике в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень умений

	систем массового обслуживания; использовать математический аппарат теории графов				
	Иметь практический опыт проектирования архитектуры локальной сети в соответствии с поставленной задачей	Не владеет Демонстрирует низкий уровень владения, допуская грубые ошибки	Демонстрирует частичные владения без грубых ошибок	Владеет базовыми приёмами	Демонстрирует владения на высоком уровне
ОК-2	Знать алгоритмы поиска кратчайшего пути	Не знает Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь применять алгоритмы поиска кратчайшего пути	Не умеет Демонстрирует частичные умения, допуская грубые ошибки	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания на практике в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень умений
ОК- 3	Знать основные понятия теории графов	Не знает Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь планировать структуру сети с помощью графа с оптимальным расположением узлов	Не умеет Демонстрирует частичные умения, допуская грубые ошибки	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания на практике в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень умений
ОК- 4	Знать построение адекватной модели	Не знает Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь планировать структуру сети с помощью графа с оптимальным	Не умеет Демонстрирует частичные умения,	Демонстрирует частичные умения без грубых	Умеет применять знания на практике в	Демонстрирует высокий уровень

	расположением узлов	допуская грубые ошибки	ошибок	базовом объёме	умений
ОК 5	Знать вероятностные и стохастические процессы	Не знает Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь вычислять вероятностные характеристики и исследовать свойства различных случайных процессов	Не умеет Демонстрирует частичные умения, допуская грубые ошибки	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания на практике в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень умений
ОК- 6	Знать элементы теории массового обслуживания, основные соотношения теории очередей	Не знает Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь исследовать качество функционирования систем массового обслуживания	Не умеет Демонстрирует частичные умения, допуская грубые ошибки	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания на практике в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень умений
ОК- 7	Знать элементы теории массового обслуживания, основные соотношения теории очередей	Не знает Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь исследовать качество функционирования систем массового обслуживания	Не умеет Демонстрирует частичные умения, допуская грубые ошибки	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания на практике в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень умений
ОК- 8	Знать основные понятия теории графов	Не знает Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь формулировать прикладные и	Не умеет	Демонстрирует частичные	Умеет применять	Демонстрирует

	теоретические задачи на языке графов и сетей, осуществлять подбор эффективных алгоритмов для их решения	Демонстрирует частичные умения, допуская грубые ошибки	умения без грубых ошибок	знания на практике в базовом объёме	высокий уровень умений
ОК- 9	Знать вероятностные и стохастические процессы, элементы теории массового обслуживания, основные соотношения теории очередей, основные понятия теории графов	Не знает Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь вычислять вероятностные характеристики и исследовать свойства различных случайных процессов; исследовать качество функционирования систем массового обслуживания; использовать математический аппарат теории графов	Не умеет Демонстрирует частичные умения, допуская грубые ошибки	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания на практике в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень умений
ПК- 1.1	Знать основные понятия теории графов; алгоритмы поиска кратчайшего пути; постановки наиболее известных задач на графах и сетях и эффективные алгоритмы их решения; построение адекватной модели	Не знает Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь применять алгоритмы поиска кратчайшего пути; планировать структуру сети с помощью графа с оптимальным расположением узлов; формулировать прикладные и теоретические задачи	Не умеет Демонстрирует частичные умения, допуская грубые ошибки	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания на практике в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень умений

	на языке графов и сетей, осуществлять подбор эффективных алгоритмов для их решения				
	Иметь практический опыт проектирования архитектуры локальной сети в соответствии с поставленной задачей	Не владеет Демонстрирует низкий уровень владения, допуская грубые ошибки	Демонстрирует частичные владения без грубых ошибок	Владеет базовыми приёмами	Демонстрирует владения на высоком уровне
ПК- 1.2	Знать вероятностные и стохастические процессы	Не знает Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь вычислять вероятностные характеристики и исследовать свойства различных случайных процессов	Не умеет Демонстрирует частичные умения, допуская грубые ошибки	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания на практике в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень умений
ПК- 1.3	Знать основные проблемы синтеза графов атак	Не знает Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь использовать математический аппарат теории графов	Не умеет Демонстрирует частичные умения, допуская грубые ошибки	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания на практике в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень умений
ПК- 1.4	Знать элементы теории массового обслуживания, основные соотношения теории очередей	Не знает Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь исследовать качество функционирования систем массового	Не умеет Демонстрирует частичные умения,	Демонстрирует частичные умения без грубых	Умеет применять знания на практике в	Демонстрирует высокий уровень

	обслуживания.	допуская грубые ошибки	ошибок	базовом объёме	умений
ПК- 1.5	Знать типовые методы, используемые при работе с графами, орграфами, мультиграфами и сетями	Не знает Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь использовать математический аппарат теории графов	Не умеет Демонстрирует частичные умения, допуская грубые ошибки	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания на практике в базовом объёме	Демонстрирует высокий уровень умений

8. Таблица соответствия компетенций, критериев оценки их освоения, оценочных средств и этапов их формирования

Индекс компетенции	Расшифровка компетенции	Показатель формирования компетенции для данной дисциплины	Оценочные средства	Этапы формирования компетенции
1	2	3	4	5
ОК 1	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес	Знать вероятностные и стохастические процессы, элементы теории массового обслуживания, основные соотношения теории очередей, основные понятия теории графов Уметь вычислять вероятностные характеристики и исследовать свойства различных случайных процессов; исследовать качество функционирования систем массового обслуживания; использовать математический аппарат теории графов	Устный опрос по теме 1.1-1.3, 2.3, 3.1	1 этап
			Практичес-кие задания по темам 1.1-1.3, 2.3, 3.1	2 этап
			Тестирование	3 этап

ОК 2	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество	Знать алгоритмы поиска кратчайшего пути Уметь применять алгоритмы поиска кратчайшего пути	Устный опрос по теме 1.7	1 этап
			Практичес-кие задания по теме 1.7	2 этап
			Тестирование	3 этап
ОК 3	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность	Знать основные понятия теории графов Уметь планировать структуру сети с помощью графа с оптимальным расположением узлов	Устный опрос по темам 1.1-1.3, 1.6	1 этап
			Практичес-кие задания по темам 1.1-1.3, 1.6	2 этап
			Тестирование	3 этап
ОК 4	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития	Знать построение адекватной модели Уметь планировать структуру сети с помощью графа с оптимальным расположением узлов	Устный опрос по темам 1.3, 1.4, 1.5	1 этап
			Практичес-кие задания по темам 1.3, 1.4, 1.5	2 этап
			Тестирование	3 этап
ОК 5	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.	Знать вероятностные и стохастические процессы Уметь вычислять вероятностные характеристики и исследовать свойства различных случайных процессов	Устный опрос по темам 2.1-2.3	1 этап
			Практичес-кие задания по темам 2.1- 2.3	2 этап
			Тестирование	3 этап

ОК 6	Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями	Знать элементы теории массового обслуживания, основные соотношения теории очередей Уметь исследовать качество функционирования систем массового обслуживания	Устный опрос по теме 3.1-3.3	1 этап
			Практичес-кие задания по темам 3.1-3.3	2 этап
			Тестирование	3 этап
ОК 7	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий	Знать элементы теории массового обслуживания, основные соотношения теории очередей Уметь исследовать качество функционирования систем массового обслуживания	Устный опрос по теме 3.1-3.3	1 этап
			Практичес-кие задания по темам 3.1-3.3	2 этап
			Тестирование	3 этап
ОК 8	Самостоятельно определять задачи профессиональног о и личностного развития, заниматься самообразованием , осознанно планировать повышение квалификации	Знать основные понятия теории графов Уметь формулировать прикладные и теоретические задачи на языке графов и сетей, осуществлять подбор эффективных алгоритмов для их решения	Устный опрос по теме 1.1-1.8	1 этап
			Практичес-кие задания по темам 1.1-1.8	2 этап
			Тестирование	3 этап
ОК 9	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональн ой деятельности	Знать вероятностные и стохастические процессы, элементы теории массового обслуживания, основные соотношения теории очередей, основные понятия теории графов Уметь вычислять	Устный опрос по темам 1.1-1.3, 2.3, 3.1	1 этап
			Практичес-кие задания по темам 1.1-1.3, 2.3, 3.1	2 этап

		вероятностные характеристики и исследовать свойства различных случайных процессов; исследовать качество функционирования систем массового обслуживания; использовать математический аппарат теории графов	Тестирование	3 этап
ПК 1.1	Выполнять проектирование кабельной структуры компьютерной сети	Знать основные понятия теории графов; алгоритмы поиска кратчайшего пути; постановки наиболее известных задач на графах и сетях и эффективные алгоритмы их решения; построение адекватной модели; Уметь применять алгоритмы поиска кратчайшего пути; планировать структуру сети с помощью графа с оптимальным расположением узлов; формулировать прикладные и теоретические задачи на языке графов и сетей, осуществлять подбор эффективных алгоритмов для их решения; Иметь практический опыт проектирования архитектуры локальной сети в соответствии с поставленной задачей	Устный опрос по темам 1.1-1.8	1 этап
			Практические задания по темам 1.1-1.8	2 этап
			Ситуационные задачи по темам 1.1-1.8	3 этап
ПК 1.2	Осуществлять выбор технологии, инструментальных средств и	Знать вероятностные и стохастические процессы Уметь вычислять вероятностные	Устный опрос по темам 2.1-2.3	1 этап

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">средств вычислительной техники при организации процесса разработки и исследования объектов профессионально й деятельности.</td><td rowspan="2">характеристики и исследовать свойства различных случайных процессов;</td><td>Практичес-кие задания по темам 2.1-2.3</td><td>2 этап</td></tr>
<tr><td>Ситуационные задачи по темам 2.1-2.3</td><td>3 этап</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ПК 1.3</td><td rowspan="3">Обеспечивать защиту информации в сети с использованием программно-аппаратных средств</td><td rowspan="3">Знать основные проблемы синтеза графов атак
Уметь использовать математический аппарат теории графов.</td><td>Устный опрос по темам 1.1, 1.7</td><td>1 этап</td></tr>
<tr><td>Практические задания по темам 1.1-1.7</td><td>2 этап</td></tr>
<tr><td>Ситуационные задачи по теме 1.7</td><td>3 этап</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ПК 1.4</td><td rowspan="3">Принимать участие в приемо-сдаточных испытаниях компьютерных сетей и сетевого оборудования различного уровня и в оценке качества и экономической эффективности сетевой топологии</td><td rowspan="3">Знать элементы теории массового обслуживания, основные соотношения теории очередей
Уметь исследовать качество функционирования систем массового обслуживания.</td><td>Устный опрос по темам 3.1-3.3</td><td>1 этап</td></tr>
<tr><td>Практические задания по темам 3.1-3.3</td><td>2 этап</td></tr>
<tr><td>Ситуационные задачи по темам 3.1-3.3</td><td>3 этап</td></tr>
<tr><td rowspan="4">ПК 1.5</td><td rowspan="4">Выполнять требования нормативно-технической документации, иметь опыт оформления проектной документации</td><td rowspan="4">Знать типовые методы, используемые при работе с графами, орграфами, мультиграфами и сетями
Уметь использовать математический аппарат теории графов</td><td rowspan="2">Устный опрос по темам 1.4-1.8</td><td>1 этап</td></tr>
<tr><td>3 этап</td></tr>
<tr><td>Практичес-кие задания по темам 1.4-1.8</td><td>2 этап</td></tr>
<tr><td>Ситуационные задачи по темам 1.4-1.8</td><td>3 этап</td></tr>
</table>

9. Методические указания для обучающихся при освоении междисциплинарного курса

Работа на практических занятиях предполагает активное участие в дискуссиях и решении задач. Для подготовки к занятиям рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них.

При работе с терминами необходимо обращаться к словарям, в том числе доступным в Интернете, например на сайте http://dic.academic.ru.

Подготовка по теме 1.1 «Основные понятия теории графов” проводится по конспектам лекций и источникам литературы [1, с.28-33]

Устный опрос по этой теме проводится в форме беседы.

Решение задач проводится в группе с обсуждением хода решения, применяемых способов и формул, проверкой результатов и проведением работы над ошибками.

Подготовка по теме 1.2 «Маршруты, цепи, циклы. Разновидности графов» проводится по конспектам лекций и источникам литературы [1, с.34-38]

Устный опрос по этой теме проводится в форме беседы.

Решение задач проводится в группе с обсуждением хода решения, применяемых способов и формул, проверкой результатов и проведением работы над ошибками.

Подготовка по теме 1.3 «Операции над графами. Матричное задание графов» проводится по конспектам лекций и источникам литературы [1,с.39-43]

Устный опрос по этой теме проводится в форме беседы.

Решение задач проводится в группе с обсуждением хода решения, применяемых способов и формул, проверкой результатов и проведением работы над ошибками.

Подготовка по теме 1.4 «Связность» проводится по конспектам лекций и источникам литературы [1, 185-193].

Устный опрос по этой теме проводится в форме беседы.

Решение задач проводится в группе с обсуждением хода решения, применяемых способов и формул, проверкой результатов и проведением работы над ошибками.

Подготовка по теме 1.5 «Эйлеровы цепи и циклы» проводится по конспектам лекций и источникам литературы [2,34-36].

Устный опрос по этой теме проводится в форме беседы.

Решение задач проводится в группе с обсуждением хода решения, применяемых способов и формул, проверкой результатов и проведением работы над ошибками.

Тестирование проводится после ознакомления с материалом тем 1.1-1.5. Обучающийся выполняет тестирование, рассчитанное по времени на 60 минут, на бумажном носителе. Тест включает в себя задания разного типа: на выбор одного или нескольких правильных ответов, на соответствие, краткий и числовой ответ. Для прохождение теста дается одна попытка. Далее сверяются и обсуждаются результаты с определением правильных ответов.

Подготовка по теме 1.6 «Деревья» проводится по конспектам лекций и источникам литературы [2,с.29-33].

Устный опрос по этой теме проводится в форме беседы.

Решение задач проводится в группе с обсуждением хода решения, применяемых способов и формул, проверкой результатов и проведением работы над ошибками.

Подготовка по теме 1.7 «Задача о кратчайшем пути» проводится по конспектам лекций и источникам литературы [1, с.185-193].

Устный опрос по этой теме проводится в форме беседы.

Решение задач проводится в группе с обсуждением хода решения, применяемых способов и формул, проверкой результатов и проведением работы над ошибками.

Подготовка по теме 1.8 «Транспортная сеть» проводится по конспектам лекций.

Устный опрос по этой теме проводится в форме беседы.

Решение задач проводится в группе с обсуждением хода решения, применяемых способов и формул, проверкой результатов и проведением работы над ошибками.

Тестирование проводится после ознакомления с материалом тем 1.6-1.8. Обучающийся выполняет тестирование, рассчитанное по времени на 60 минут, на бумажном носителе. Тест включает в себя задания разного типа: на выбор одного или нескольких правильных ответов, на соответствие, краткий и числовой ответ. Для прохождение теста дается одна попытка. Далее сверяются и обсуждаются результаты с определением правильных ответов.

Подготовка по теме 2.1 «Дискретные случайные величины» проводится по конспектам лекций и источникам литературы [3, с.58-65].

Устный опрос по этой теме проводится в форме беседы.

Решение задач проводится в группе с обсуждением хода решения, применяемых способов и формул, проверкой результатов и проведением работы над ошибками.

Подготовка по теме 2.2 «Непрерывные случайные величины» проводится по конспектам лекций и источникам литературы [3, с.67-69, 75-78, 88-93].

Устный опрос по этой теме проводится в форме беседы.

Решение задач проводится в группе с обсуждением хода решения, применяемых способов и формул, проверкой результатов и проведением работы над ошибками.

Подготовка по теме 2.3 «Вероятностные и стохастические процессы» проводится по конспектам лекций и источникам литературы [4, с.30-74].

Устный опрос по этой теме проводится в форме беседы.

Решение задач проводится в группе с обсуждением хода решения, применяемых способов и формул, проверкой результатов и проведением работы над ошибками.

Тестирование проводится после ознакомления с материалом тем 2.1-2.3. Обучающийся выполняет тестирование, рассчитанное по времени на 60 минут, на бумажном носителе. Тест включает в себя задания разного типа: на выбор одного или нескольких правильных ответов, на соответствие, краткий и числовой ответ. Для прохождение теста дается одна попытка. Далее сверяются и обсуждаются результаты с определением правильных ответов.

Подготовка по теме 3.1 «Предмет теории СМО. Классификация СМО» проводится по конспектам лекций и источникам литературы [4, с.11-28].

Устный опрос по этой теме проводится в форме беседы.

Подготовка по теме 3.2 «Расчет показателей одноканальной СМО» проводится по конспектам лекций и источникам литературы [4, с.78-85].

Устный опрос по этой теме проводится в форме беседы

Решение задач проводится в группе с обсуждением хода решения, применяемых способов и формул, проверкой результатов и проведением работы над ошибками.

Подготовка по теме 3.3 «Расчет показателей многоканальной СМО» проводится по конспектам лекций и источникам литературы [4, с.89-98].

Устный опрос по этой теме проводится в форме беседы.

Решение задач проводится в группе с обсуждением хода решения, применяемых способов и формул, проверкой результатов и проведением работы над ошибками.

Тестирование проводится после ознакомления с материалом тем 3.1-3.3. Обучающийся выполняет тестирование, рассчитанное по времени на 60 минут, на бумажном носителе. Тест включает в себя задания разного типа: на выбор одного или нескольких правильных ответов, на соответствие, краткий и числовой ответ. Для прохождение теста дается одна попытка. Далее сверяются и обсуждаются результаты с определением правильных ответов.

Промежуточная аттестация по этой дисциплине проводится в форме дифференцированного зачета. При подготовке к дифференцированному зачету необходимо опираться, прежде всего, на лекции, а также на источники, которые разбирались на занятиях в течение семестра. В каждом билете дифференцированного зачета содержится два вопроса.

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение междисциплинарного курса

10.1. Основная литература

1. Дискретная математика: Учебное пособие / С.А. Канцедал. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 224 с.: 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0304-9, 700 экз.

http://znanium.com/catalog.php?item=tbk&code=61&page=18

2. Лекции по дискретной математике: Учебное пособие / В.Б. Алексеев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 90 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-005559-6, 300 экз.

http://znanium.com/catalog.php?item=tbk&code=61&page=19

3. Теория вероятностей, математическая статистика, математическое программирование: Учебное пособие / Белько И.В., Морозова И.М., Криштапович Е.А. - М.:НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2016. - 299 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011748-5

http://znanium.com/catalog.php?item=tbk&code=61&page=3

4. Основы теории массового обслуживания: учебное пособие/РыковВ.В., КозыревД.В. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 223 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010945-9Лекции по дискретной математике: Учебное пособие / В.Б. Алексеев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 90 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-005559-6, 300 экз.

http://znanium.com/catalog.php?item=tbk&code=61&page=19

10.2. Дополнительная литература

1. Дискретная математика. Задачи и упражнения с решениями: Учебно-методическое пособие / А.А. Вороненко, В.С. Федорова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 104 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-006601-1
2. Теория вероятностей. Примеры и задачи/ВасильчикМ.Ю., АркашовН.С., КовалевскийА.П. и др., 2-е изд. - Новосиб.: НГТУ, 2014. - 124 с.: ISBN 978-5-7782-2487-2
3. Типовые задачи математической статистики/НеделькоС.В., НеделькоВ.М., МиренковаГ.Н. - Новосиб.: НГТУ, 2014. - 52 с.: ISBN 978-5-7782-2481-0
4. Интернет-ресурс:http://www.mathematics.ru/ - раздел «Открытого колледжа» по математическим дисциплинам.

11. Материально-техническое и программное обеспечение междисциплинарного курса

Освоение междисциплинарного курса «Математический аппарат для построения компьютерных сетей» предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Принтер и ксерокс для создания раздаточных материалов.

УЛК -1, ауд 402, 412, 373, 369	Математических дисциплин	Аудитория 1-402: Проектор, экран, акустика, компьютер DualCore Intel Pentium E2180 2000 MHz

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов среднего профессионального образования нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям.

12. Методы обучения для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

В образовательном процессе используются социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими обучающимися, создании комфортного психологического климата в студенческой группе.

Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

- учебные аудитории, в которых проводятся занятия со студентами с нарушениями слуха, оборудованы мультимедийной системой (ПК и проектор), компьютерные тифлотехнологии базируются на комплексе аппаратных и программных средств, обеспечивающих преобразование компьютерной информации доступные для слабовидящих формы (укрупненный текст);
- в образовательном процессе используются социально-активные и рефлексивные методы обучения: кейс-метод, метод проектов, исследовательский метод, дискуссии в форме круглого стола, конференции, метод мозгового штурма.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС СПО по специальности 09.02.02 «Компьютерные сети».

Автор: Рязанова А.Н

Рецензент: Директор ООО «ЮМО-РТ» Ахметов М.Р.