

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

РЕКОМЕНДОВАНО К  
УТВЕРЖДЕНИЮ  
Директор филиала ДГТУ в  
г.Дербенте И.М.Мейланов,  
И.М.Мейланов  
Подпись ИОФ

20.08 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
Н.С.Суракатов  
Подпись ИОФ

24.09 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Б1.В.ДВ.4.Математические основы систем и сетей массового обслуживания  
наименование дисциплины по ООП и код по ФГОС

для направления 09.03.03 Прикладная информатика  
шифр и полное наименование направления

по профилю «Прикладная информатика в экономике»

Факультет: Филиал в г.Дербент  
наименование факультета, где ведется дисциплина

Квалификация выпускника (степень) бакалавр  
бакалавр (специалист)

Форма обучения очная, курс 2 семестр(ы) 4  
очная, заочная, др.

Всего трудоемкость в зачетных единицах (часах) 4 ЗЕТ (144)

лекции 34 (час) экзамен (час)  
(семестр)

практические (семинарские) занятия - (час); зачет семестр 4  
(семестр)

лабораторные занятия 34 (час); самостоятельная работа 76 (час);

курсовой проект (работа, РГР) 4 (семестр).

Зав. кафедрой ЕГО и СД Г.М. Гусейнова  
подпись

Начальник УО Э.В. Магомаева  
подпись

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций примерной ООП ВО по направлению 09.03.03- «Прикладная информатика» по профилю «Прикладная информатика в экономике».

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры от 06.09.2018 года, протокол № 1.

Зав. выпускающей кафедрой по данному профилю



подпись

Г.М. Гусейнова

И.О.Ф

**ОДОБРЕНО**

**Методическим советом филиала**

**09.00.00**

шифр и полное наименование

**Прикладная информатика**

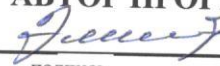
направления

**Председатель к.ф.н., Г.М.Гусейнова**



подпись, ИОФ

**АВТОР ПРОГРАММЫ**



**Эмирбеков Э.Т.**

подпись,

И.О.Ф

**к.ф.-м.н ст.преподаватель**

ФИО, уч.степень, ученое звание, подпись

12.09

2018г.

## **1. Цели освоения дисциплины.**

**Цель и задачи дисциплины:** цель преподавания дисциплины состоит в том, чтобы дать студентам знания по математическим основам систем и сетей массового обслуживания;

**задачи:** формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков для решения прикладных задач в области систем и сетей массового обслуживания; обучение студентов методам сетевого планирования и экономико-математического моделирования.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина «Математические основы систем и сетей массового обслуживания» входит в состав дисциплин по выбору студентов направления «Прикладная информатика» профиля «Прикладная информатика в экономике». Знания, полученные в результате изучения этой дисциплины, будут использоваться студентом в своей дальнейшей учебной и практической деятельности, так как ему придется работать в условиях практически повсеместной информатизации и компьютеризации деятельности предприятий и организаций.

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Математические основы систем и сетей массового обслуживания»**

В результате освоения дисциплины «Математические основы систем и сетей массового обслуживания» обучающийся по направлению подготовки **090303 – «Прикладная информатика» по профилю** подготовки – «Прикладная информатика в экономике», в соответствии с ФГОС ВПО должен обладать следующими компетенциями (ОК-1; ПК-4, 10):

- способностью использовать, обобщать и анализировать информацию, ставить цели и находить пути их достижения в условиях формирования и развития информационного общества (ОК-1);
- способностью ставить и решать прикладные задачи с использованием современных информационно-коммуникационных технологий (ПК-4);
- способностью применять к решению прикладных задач базовые алгоритмы обработки информации, выполнять оценку сложности алгоритмов, программировать и тестировать программы (ПК-10).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** математические основы систем и сетей массового обслуживания.

**Уметь:** провести анализ случайных процессов; разработать математические модели вычислительных систем коллективного использования с множественным доступом.

**Владеть:** приемами использования систем и сетей массового обслуживания.

#### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5 зачетные единицы –180 часов**, в том числе – лекционных **34 часов**, лабораторных **34 часа**, СРС **76 часов**, форма отчётности: **5 семестр- экзамен**.

##### 4.1 Содержание дисциплины

п/п	Раздел дисциплины Тема лекции и вопросы	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего* контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				ЛК	ПЗ	ЛР	СР	
	Раздел:	4						
1	Тема 1: Математические основы теории массового обслуживания: 1. Предмет массового обслуживания; 2. Основные понятия и классификация систем массового обслуживания * Многоканальное СМО с неограниченной очередью	4	1	2		2	4	Вх. контр. Контр. №1
2	Тема 2: Марковские СМО: 1. Основы Марковских процессов. Уравнение Колмагорова. Цепи Маркова и СМО * Многоканальное СМО с ограниченной очередью и ограниченным временем ожидания в очереди	4	2	2		2	4	
3	Тема 3: Марковские СМО: 1. Предельные вероятности состояний Простейший поток событий * Потоки Павла и Эрланга	4	3	2		2	4	
4	Тема 4: Марковские СМО: 1. Марковские цепи с конечным числом состояний и дискретным временем 2. Марковские цепи с конечным числом состояний и непрерывным временем 3. Решение для некоторых простейших СМО * Примеры для некоторых простейших СМО	4	4	2		3	4	

5	Тема 5: Процессы размножения и гибели: 1. Скалярные процессы размножения и гибели 2. Векторные процессы размножения и гибели. * Многоканальное СМО с ограниченной очередью	4	5	2		2	4	
6	Тема 6: Процессы размножения и гибели: 1. Примеры немарковских СМО описанных процессами размножения и гибели 2. Система с несколькими приборами * Одноканальное СМО с неограниченной очередью	4	6	2		2	4	Контр. №2
7	Тема 7: Процессы размножения и гибели: 1. Вычислительные характеристики СМО 2. Системы неограниченным числом мест для ожидания * Моделирование различных Марковских СМО	4	7	2		2	4	
8	Тема 8: Немарковские СМО: 1. Методы исследования немарковских систем 2. Метод введения дополнительной переменной 3. Метод введения дополнительного события	4	8	2		3	5	
9	Тема 9: Различные системы вложенных цепей Маркова: 1. Метод вложенных цепей Маркова. Система $M G 1$ 2. Метод вложенных цепей Маркова. Система $GI M m$ . * Расчет характеристик и оптимизация параметров стратегии управления режимами работы системы типа $M G 1$ * Метод введения дополнительного события и его применения для расчета характеристик системы $M G 1$	4	9	3		3	5	
10	Тема 10: Различные системы вложенных цепей Маркова: 1. Система типа $M G 1$ с управляемым режимом функционирования 2. Система типа управляемого режима функционирования $GI M$ * Модели многофазных систем	4	10	2		2	5	

11	Тема 11: Различные системы вложенных цепей Маркова: 1. Система типа $M G 1$ с двумя возможными режимами функционирования и ненадежным прибором *Исследование и оптимизация функционирования ненадежной двухскоростной системы массового обслуживания типа $M G 1$	4	11	2		2	5	Контр. №3
12	Тема 12. Имитационное моделирование СМО: 1. Методы моделирования и методы результатов Моделирование СМО * Модели сетей массового обслуживания	4	12	2		2	5	
13	Тема 13: Имитационное моделирование СеМО: 1. Моделирование Марковских сетей массового обслуживания(СеМО) 2. Моделирование Марковских СеМО с разнотипными требованиями • Модели систем с различными дисциплинами подключения каналов к обслуживанию	4	13	2		2	5	
14	Тема 14: Модели систем массового обслуживания при Пуассоновских потоках заявок. 1. Модели систем массового обслуживания с отказами Модели систем с очередями		14				5	
15	Тема 15: Модели систем массового обслуживания при Пуассоновских потоках заявок: 1. Многоканальное СМО с отказами 2. Одноканальное СМО с ограниченной длиной очереди	4	15	2		2	5	
16	Тема 16: Модели систем массового обслуживания при Пуассоновских потоках заявок: Модель замкнутой системы Модели систем с различными дисциплинами подключения каналов к обслуживанию * Модели систем с непуассоновскими потоками заявок	4	16	2		2	4	
17	Тема 17: Модели систем массового обслуживания. Пуассоновских потоках заявок: 2. Модели систем с непуассоновскими потоками заявок	4	17	2			4	
	Итого			34		34	76	экзамен

#### 4.2. Содержание лабораторных (практических семинарских) занятий

п/п	№ лекции из рабочей программы	ввание лабораторного (практического,семинарского) занятия	Кол-ство часов	Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
1	2	3	4	5
1	№1-2-3,4	Исследование простых Марковских СМО	4	№1-2-3-11
2	№ 5-6,7	Исследование СМО, описываемых векторным процессами размножения гибели	4	№1-4-11
3	№ 9-10	Нахождение распределения времени ожидания требования в системе G G 1	4	№1-6-11
4	№9-10	Применение метода дополнительной переменной для нахождения распределения числа требования всистеме M G 1	4	№1-7-11
5	№9-10	Применение метода вложенных цепей для нахождения распределения числа требований в системе M G 1 и среднего времени требования в системе M G 1 с прибором уходящим в отдых	4	№1-2-11
6	№ 9-10	Применение метода вложенных цепей Маркова для нахождения распределения числа требований в времени ожидания в системе M G 1 m	4	№1-3-11
7	№11	Моделирование СМО M M 1 0 с ненадежным прибором	4	№1-8-11
8	№12	Оптимальное управление СМО с управляемым режимом функционирования	4	№1-8-11
9	№12-13	Анализ корреляционных свойств выходящих потоков СМО методом имитационного моделирования	2	№1-9-11

#### 4.3 Тематика для самостоятельной работы студента

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная длясамостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины	Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
1	2	3	4	5
1	меры для некоторыхпростейших СМО	4	№1-2-3	Реферат - доклад
2	Потоки Пальма и Эрланга	4	№1-4	Реферат-доклад
3	Модели систем с различными дисциплинами подключения каналов к обслуживанию	4	№1-6	Реферат-доклад
4	Модели систем с непуассоновскими потокамиизаявок	4	№1-7	Реферат-доклад
5	Модели многофазных систем	4	№1-2	Реферат-доклад
6	ли сетей массовогообслуживания	4	№1-3	Реферат-доклад

7	елирование различных Марковских СеМО	4	№1-8	Реферат-доклад
8	Исследование и оптимизация функционирования ненадежной двухскоростной системы массового обслуживания типа M G 1	5	№1-8	Реферат-доклад
9	Расчет характеристик и оптимизация параметров стратегии управления режимами работы системы типа M G 1	5	№1-9	Реферат-доклад
10	метод введения дополнительного события и его применения для расчета характеристик системы M G 1	5	№3-5	Реферат-доклад
11	Многоканальное СМО с отказами	5	№9	Реферат-доклад
12	Одноканальное СМО с ограниченной длиной очереди	5	№10-3-11	Реферат-доклад
13	Одноканальные СМО с неограниченной очередью	5	№5-7-11	Реферат-доклад
14	Многоканальное СМО с ограниченной очередью	5	№6-8-11	Реферат-доклад
15	Многоканальное СМО с ограниченной очередью и ограниченным временем ожидания в очереди	4	№9-10-11	Реферат-доклад
16	Многоканальное СМО с ограниченной очередью	4	№9-10-11	Реферат-доклад

#### Структура и содержание дисциплины по заочной форме обучения

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5 зачетные единицы –180 часов**, в том числе – лекционных **9 часов**, лабораторных **9 часа**, СРС **122 часов**, форма отчётности: 2 курс- экзамен.

#### 4.4 Содержание дисциплины

п/п	Раздел дисциплины Тема лекции и вопросы	Курс	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Формы текущего* контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)



			ЛК	ПЗ	ЛР	СР	
	Раздел:	4					
1	Тема 1: Математические основы теории массового обслуживания: Предмет массового обслуживания; Основные понятия и классификация систем массового обслуживания * Многоканальное СМО с неограниченной очередью	2	2		1	7	
2	Тема 2: Марковские СМО: Основы Марковских процессов. Уравнение Колмагорова. Цепи Маркова и СМО * Многоканальное СМО с ограниченной очередью и ограниченным временем ожидания в очереди		2		1	7	
3	Тема 3: Марковские СМО: Предельные вероятности состояний Простейший поток событий * Потоки Павла и Эрланга		2		1	7	
4	Тема 4: Марковские СМО: Марковские цепи с конечным числом состояний и дискретным временем Марковские цепи с конечным числом состояний и непрерывным временем Решение для некоторых простейших СМО * Примеры для некоторых простейших СМО		2		1	7	
5	Тема 5: Процессы размножения и гибели: Скалярные процессы размножения и гибели Векторные процессы размножения и гибели. * Многоканальное СМО с ограниченной очередью		1		1	7	
6	Тема 6: Процессы размножения и гибели: Примеры немарковских СМО описанных процессами размножения и гибели Система с несколькими приборами * Одноканальное СМО с неограниченной очередью				1	7	
7	Тема 7: Процессы размножения и гибели: Вычислительные характеристики СМО Системы с неограниченным числом мест для ожидания * Моделирование различных Марковских СМО				1	7	
8	Тема 8: Немарковские СМО: Методы исследования немарковских систем Метод введения дополнительной переменной Метод введения дополнительного события				1	7	

9	<p>Тема 9: Различные системы вложенных цепей Маркова:  Метод вложенных цепей Маркова.  Система <math>M G 1</math>  Метод вложенных цепей Маркова.  Система <math>GI M m</math>.  *Расчет характеристик и оптимизация параметров стратегии управления режимами работы системы типа <math>M G 1</math>  * Метод введения дополнительного события и его применения для расчета характеристик системы <math>M G 1</math></p>					1	7	
10	<p>Тема10:Различные системы вложенных цепей Маркова:  Система типа <math>M G 1</math> управляемым режимом функционирования  Система типа управляемого режима функционирования <math>GI M</math>  * Модели многофазных систем</p>						7	
11	<p>Тема 11: Различные системы вложенных цепей Маркова:  Система типа <math>M G 1</math> с двумя возможными режимами функционирования и ненадежным прибором  *Исследование и оптимизация функционирования ненадежной двухскоростной системы массового обслуживания типа <math>M G 1</math></p>						7	
12	<p>Тема12. Имитационное моделирование СМО:  Методы моделирования и методы результатов  Моделирование СМО  *Модели сетей массового обслуживания</p>						7	
13	<p>Тема 13:Имитационное моделирование СеМО:  Моделирование Марковских сетей массового обслуживания(СеМО)  Моделирование Марковских СеМО с разнотипными требованиями  Модели систем с различными дисциплинами подключения каналов к обслуживанию</p>						7	
14	<p>Тема 14: Модели систем массового обслуживания при Пуассоновских потоках заявок.  Модели систем массового обслуживания с отказами  Модели систем с очередями</p>						7	
15	<p>Тема 15: Модели систем массового обслуживания при Пуассоновских потоках заявок:  Многоканальное СМО с отказами  Одноканальное СМО с ограниченной длиной очереди</p>						7	
16	<p>Тема 16: Модели систем массового обслуживания при Пуассоновских потоках заявок:  Модель замкнутой системы  Модели систем с различными</p>						7	

	дисциплинами подключения каналов к обслуживанию * Модели систем с непуассоновскими потоками заявок							
17	Тема 17: Модели систем массового обслуживания. Пуассоновских потоках заявок: Модели систем с непуассоновскими потоками заявок					9		
	Итого	4		9		9	122	экзамен

#### 4.5. Содержание лабораторных (практических семинарских) занятий

п/п	№ лекции из рабочей программы	Содержание лабораторного (практического, семинарского) занятия	Количество часов	Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
1	2	3	4	5
1	№1-2-3,4	Исследование простых Марковских СМО	1	№1-2-3-11
2	№ 5-6,7	Исследование СМО, описываемых векторным процессами размножения гибели	1	№1-4-11
3	№ 9-10	Нахождение распределения времени ожидания требования в системе G G 1	1	№1-6-11
4	№9-10	Применение метода дополнительной переменной для нахождения распределения числа требований в системе M G 1	1	№1-7-11
5	№9-10	Применение метода вложенных цепей для нахождения распределения числа требований в системе M G 1 и среднего времени требования в системе M G 1 прибором уходящим в отдых	1	№1-2-11
6	№ 9-10	Применение метода вложенных цепей Маркова для нахождения распределения числа требований в времени ожидания в системе M G 1 m	1	№1-3-11
7	№11	Моделирование СМО M M 1 0 с ненадежным прибором	1	№1-8-11
8	№12	Оптимальное управление СМО с управляемым режимом функционирования	1	№1-8-11
9	№12-13	Анализ корреляционных свойств выходящих потоков СМО методом имитационного моделирования	1	№1-9-11
		Итого	9	

#### 4.6 Тематика для самостоятельной работы студента

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины	Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
1	2	3	4	5
1	Примеры для некоторых простейших СМО	8	№1-2-3	Реферат - доклад
2	Потоки Пальма и Эрланга	8	№1-4	Реферат-доклад
3	Модели систем с различными дисциплинами подключения каналов к обслуживанию	8	№1-6	Реферат-доклад

4	Модели систем с непуассоновскими потоками заявок	8	№1-7	Реферат-доклад
5	Модели многофазных систем	8	№1-2	Реферат-доклад
6	Модели сетей массового обслуживания	8	№1-3	Реферат-доклад
7	Моделирование различных Марковских СМО	8	№1-8	Реферат-доклад
8	Исследование и оптимизация функционирования ненадежной двухскоростной системы массового обслуживания типа M G 1	8	№1-8	Реферат-доклад
9	Расчет характеристик и оптимизация параметров стратегии управления режимами работы системы типа M G 1	8	№1-9	Реферат-доклад
10	метод введения дополнительного события и его применения для расчета характеристик системы M G 1	8	№3-5	Реферат-доклад
11	Многоканальное СМО с отказами	8	№9	Реферат-доклад
12	Одноканальное СМО с ограниченной длиной очереди	8	№10-3-11	Реферат-доклад
13	Одноканальные СМО с неограниченной очередью	8	№5-7-11	Реферат-доклад
14	Многоканальное СМО с ограниченной очередью	8	№6-8-11	Реферат-доклад
15	Многоканальное СМО с ограниченной очередью и ограниченным временем ожидания в очереди	6	№9-10-11	Реферат-доклад
16	Многоканальное СМО с ограниченной очередью	4	№9-10-11	Реферат-доклад
	Итого	122		

### 5. Образовательные технологии

Программа Borland C++, презентация с помощью Microsoft PowerPoint

(Указываются образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы.

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебных курсов должны быть предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее\_% аудиторных занятий (определяется требованиями ФГОС с учетом специфики ООП). Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более % аудиторных занятий (определяется соответствующим ФГОС).

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Контрольные работы по проверке текущих знаний студентов

#### Контрольная работа № 1

1. Какие элементы включает в себя система массового обслуживания?
2. На какие классы делятся СМО в зависимости от порядка обслуживания?
3. Дайте определение открытых и замкнутых систем массового обслуживания
4. Какими основными факторами определяются функциональные возможности любой модели массового обслуживания
5. Что понимается под качеством работы системы массового обслуживания и какие основные

группы показателей определяют ее?

6. Какие основные показатели определяют эффективность использования СМО, качество обслуживания заявок и эффективность функционирования пары «СМО-потребитель»?
7. В каком случае входящий поток требований является стационарным?
8. В чем заключается свойство отсутствия последствия и ординарности входящего потока требований?
9. Сформулируйте определения простейшего потока входящих требований.
10. Какое семейство случайных величин является Марковским процессом?
11. Сформулируйте и дайте интерпретацию уравнений Колмагорова-Чепмена
12. В каком множестве состояний Марковские цепи являются замкнутыми?

### Контрольная работа № 2

1. Что называется потоком событий?
2. Какой поток событий называется простейшим потоком?
3. Что называется интенсивностью потока событий?
4. Какая СМО называется многоканальной СМО?
5. Как классифицируется СМО?
6. Что называется абсолютной пропускной способностью СМО?
7. Что называется относительной пропускной способностью СМО?
8. Что называется приведенной интенсивностью потока заявок?
9. В чем состоит схема расчета показателей эффективности одноканальной СМО с отказами?
10. В чем состоит схема расчета показателей эффективности многоканальной СМО с отказами?
11. В чем состоит схема расчета показателей эффективности одноканальной СМО с ограниченной очередью?
12. В чем состоит схема расчета показателей эффективности одноканальной СМО с неограниченной очередью?

### Контрольная работа № 3

-5. В систему СМО поступает в среднем  $\lambda$  заявок на [1\час]. Найти вероятность того, что за это время  $t$  [ мин ] в СМО поступит:

а) ровно  $n$  заявок; б) менее  $n$  заявок в) более  $n$  заявок

2.  $\lambda = 120; t = 2; n = 3;$

3.  $\lambda = 40; t = 6; n = 5;$

4.  $\lambda = 30; t = 4; n = 4;$

5.  $\lambda = 150; t = 3; n = 3.$

6-10. Испытывают три элемента, работающих независимо друг от друга. Длительность времени безотказной работы элементов распределена по показательному закону и равна  $t_1, t_2$  Найти вероятность того, что в интервале времени  $[0, t_{отк}]$  откажут:

а) только один элемент; б) не более 2-х элементов; в) все три элемента.

6.  $t_1 = 20; t_2 = 50; t_3 = 40; t_{отк} = 18.$

7.  $t_1 = 10; t_2 = 20; t_3 = 25; t_{отк} = 15.$

8.  $t_1 = 20; t_2 = 8; t_3 = 25; t_{отк} = 6.$

9.  $t_1 = 8; t_2 = 4; t_3 = 5; t_{отк} = 3.$

10.  $t_1 = 10; t_2 = 5; t_3 = 4; t_{отк} = 5.$

11-20. Рассматриваемая система с дискретными состояниями и дискретным временем (цепь Маркова). Задана матрица вероятностей перехода за один шаг. Требуется:

а) построить размеченный граф состояний;

б) найти распределение вероятностей для первых 3-х шагов, если известно, что в начальный момент времени ( $t_0=0$ ) система находилась в  $j$ -ом состоянии с вероятностью  $p_j(0)$ .

$P_{ij}$

$$\begin{vmatrix} 0.7 & 0.1 & 0.1 & 0.1 \\ 0.2 & 0.6 & 0 & 0.2 \\ 0.2 & 0 & 0.5 & 0.3 \\ 0 & 0.3 & 0 & 0.7 \end{vmatrix} p_2(0)=0.8; p_3(0)=0.2.$$

21-30. По условиям предыдущей задачи составить уравнения системы для стационарного режима и найти финальные вероятности.

(Указываются темы эссе, рефератов, курсовых работ и др. Приводятся контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, включая для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины).

### Вопросы к зачету

1. Предмет массового обслуживания;
2. Основные понятия и классификация систем массового обслуживания
3. Многоканальное СМО с неограниченной очередью
4. Основы Марковских процессов. Уравнение Колмагорова.
5. Цепи Маркова и СМО
6. Многоканальное СМО с ограниченной очередью и ограниченным временем ожидания в очереди
7. Предельные вероятности состояний
8. Простейший поток событий
9. \*Потоки Павла и Эрланга
10. Марковские цепи с конечным числом состояний и дискретным временем
11. Марковские цепи с конечным числом состояний и непрерывным временем
12. Решение для некоторых простейших СМО
13. Примеры для некоторых простейших СМО
14. Скалярные процессы размножения и гибели
15. Векторные процессы размножения и гибели.
16. Многоканальное СМО с ограниченной очередью
17. Примеры немарковских СМО описанных процессами размножения и гибели
18. Система с несколькими приборами
19. Одноканальное СМО с неограниченной очередью
20. Вычислительные характеристики СМО
21. Системы с неограниченным числом мест для ожидания
22. \*Моделирование различных Марковских СМО
23. Методы исследования немарковских систем
24. Метод введения дополнительной переменной
25. Метод введения дополнительного события
26. Метод вложенных цепей Маркова. Система  $M|G|1$
27. Метод вложенных цепей Маркова. Система  $GI|M|m$ .
28. \*Расчет характеристик и оптимизация параметров стратегии управления режимами работы системы типа  $M|G|1$
29. Метод введения дополнительного события и его применения для расчета характеристик системы  $M|G|1$
30. Система типа  $M|G|1$  с управляемым режимом функционирования
31. Система типа управляемого режима функционирования  $GI|M$
32. Модели многофазных систем
33. Система типа  $M|G|1$  с двумя возможными режимами функционирования и ненадежным прибором
34. \*Исследование и оптимизация функционирования ненадежной двухскоростной системы массового обслуживания типа  $M|G|1$
35. Методы моделирования и методы результатов
36. Моделирование СМО
37. Модели сетей массового обслуживания
38. Моделирование Марковских сетей массового обслуживания (СМО)
39. Моделирование Марковских СМО с разнотипными требованиями
40. Модели систем с различными дисциплинами подключения каналов обслуживания
41. Модели систем массового обслуживания с отказами
42. Модели систем с очередями
43. Многоканальное СМО с отказами 2. Одноканальное СМО с ограниченной длиной очереди
44. Модель замкнутой системы
45. Модели систем с различными дисциплинами подключения каналов обслуживания
46. Модели систем с пуассоновскими потоками заявок
47. Пуассоновских потоках заявок:
48. Модели систем с пуассоновскими потоками заявок

**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):**  
основная литература, дополнительная литература: программное обеспечение и Интернет-ресурсы

следует привести в табличной форме

**Рекомендуемая литература и источники информации (основная и дополнительная)**

№ п/п	Виды занятий	Необходимая учебная, учебно-методическая (основная и дополнительная) литература, программное обеспечение и Интернет ресурсы	Автор(ы)	Издательство и год издания	Количество изданий	
					В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6	7
1	Лк., лб.	Аналитические модели систем массового обслуживания	Романцев В.В.	Санкт-Петербург ул. Проф. Попова,5 1998 г	-	-
2	Лк., лб.	Исследование операций.	Вентцель Е.С.	Сов.радио, 1972.	-	-
3	Лк., лб,пз.	Прикладные задачи теории массового обслуживания.	Овчаров Л.А.	Машиностроение,1969.	-	-
4	Лк., лб.	Работы по математической теории массового обслуживания.	Хинчин А.Я	Физматгиз, 1963	-	-
5	Лк., лб.	Теория массового обслуживания.	Ивченко Г.И., Каштанов В.А., Коваленко И.Н.	Высш. шк., 1982.	-	-
6	Лк., лб.	Массовое обслуживание. Теория и приложения.	Кофман А., Крюон Р.	Мир, 1965.	-	-
7	Лк., лб.	Вычислительные системы сочередями.	Клейнрок Л.	Мир, 1979.	-	-
8	Лк., лб.	Моделирование систем массового обслуживания:	Романцев В.В., Яковлев С.А.	Учеб. пособие/СПбГЭТУ. -СПб. ,1995.	-	-
9	Лк., лб.	Аналитические методы исследования систем.	Тараканов К.В., Овчаров Л.А., Тырышкин А.Н.	Сов.радио, 1974	-	-
10	Лк., лб.	Основы теории вычислительных систем Под ред.	С.А.Майорова.	Высш. шк., 1978.	-	-
11	Лк., лб	Практикум на ЭВМ по теории массового обслуживания	А.Н.Дудин, Г.А. Медведев, Ю.В. Меленец	Мн.: Университетское, 2003 г.	-	-

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.**

В филиале ДГТУ в г. Дербенте имеется аудитория, оборудованная интерактивной доской, проектором, что позволяет читать лекции в форме презентаций, смотреть документальные видео фильмы, слайд-лекции. Интернет-класс оборудован компьютерами .

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ООП ВО по направлению **09.03.03- «Прикладная информатика»**, профиля **«Прикладная информатика в экономике»**

Рецензент от выпускающей кафедры по направлению **09.03.03- «Прикладная информатика»**, профиля **«Прикладная информатика в экономике»**

**к.э.н., доцент**

**Ашуров Т.Ш.**