

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)

---

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
Первый проректор  
Е.В. Богдалова /  
(подпись) И. О. Ф.  
Богдалова Е.В. /  
И.О.Ф.  
«31» 05. 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Наименование дисциплины**

Теория систем массового обслуживания

(указывается наименование в соответствии с учебным планом)

**По направлению подготовки** 38.03.01 Экономика

(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС ВО)

**Направленность (профиль)** «Бухгалтерский учёт, анализ и аудит»

(указывается наименование профиля в соответствии с ОПОП)

**Кафедра** «Система автоматизированного проектирования и моделирования»

**Квалификация выпускника** бакалавр

Астрахань - 2021

**Разработчик:**

Зав. кафедрой  
к.т.н., доцент  
ученая степень, ученое звание

  
\_\_\_\_\_ /О.И.Евдошенко/  
подпись И.О. Фамилия

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Системы автоматизированного проектирования и моделирования»

Протокол №10 от 28.05.2021 г.

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ /О.И.Евдошенко/  
подпись И.О. Фамилия

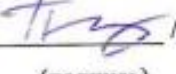
**Согласовано:**


Председатель МКН «Экономика»  
направленность (профиль) «Бухгалтерский учет, анализ и аудит»

  
\_\_\_\_\_ /И.А. Митченко/  
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УМУ  /И.В. Аксютина /  
(подпись) И.О.Ф.

Специалист УМУ  /Е.С. Коваленко /  
(подпись) И.О.Ф.

Начальник УИТ  /С.В. Пригаро /  
(подпись) И.О.Ф.

Заведующая научной библиотекой  /Р.С. Хайдикешова /  
(подпись) И.О.Ф.

## Содержание

1.	Цели освоения дисциплины .....	4
2.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
3.	Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата .....	4
5.	Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и типов учебных занятий .....	6
5.1.	Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий и работы обучающегося (в академических часах).....	6
5.2.	Содержание дисциплины , структурированное по разделам .....	6
5.1.1.	Очная форма обучения.....	6
5.1.2.	Заочная форма обучения.....	7
5.2.1.	Содержание лекционных занятий.....	8
5.2.2.	Содержание лабораторных занятий.....	8
5.2.3.	Содержание практических занятий .....	8
5.2.4.	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	9
5.2.5.	Темы контрольных работ .....	10
5.2.6.	Темы курсовых проектов/ курсовых работ.....	10
6.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	10
7.	Образовательные технологии .....	11
8.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	12
8.1.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	12
8.2.	Перечень необходимого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	12
9.	Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	13
10.	Особенности организации обучения по дисциплине « Теория систем массового обслуживания» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	14

## **1. Цели освоения дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины «Теория систем массового обслуживания» углубление уровня освоения компетенций, обучающихся в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 38.03.01. «Экономика».

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

*В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими компетенциями:*

УК-1- Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

*В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:*

### **знать:**

– методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа. (З1 УК – 1.1).

### **уметь:**

– применять методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников. (У1 УК – 1.2).

### **владеть:**

– методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач. (В1 УК – 1.3).

## **3. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата**

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.01 «Теория систем массового обслуживания» входит в Блок 1, части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплины по выбору).

**Дисциплина базируется на результатах обучения, полученных в рамках изучения следующих дисциплин:**

Математический анализ, Теория вероятностей и математическая статистика, Информатика.

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по типам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

<b>Форма обучения</b>	<b>Очная</b>	<b>Заочная</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>6 семестр – 2 з.е.; всего - 2 з.е.</b>	<b>8 семестр – 2 з.е.; всего - 2 з.е.</b>
Лекции (Л)	6 семестр – 18 часов; <b>всего - 18 часов</b>	8 семестр – 10 часов; <b>всего - 10 часов</b>
Лабораторные занятия (ЛЗ)	6 семестр – 16 часов; <b>всего - 16 часов</b>	8 семестр – 18 часов; <b>всего - 18 часов</b>
Практические занятия (ПЗ)	учебным планом <i>не предусмотрены</i>	учебным планом <i>не предусмотрены</i>
Самостоятельная работа (СР)	6 семестр – 38 часа; <b>всего - 38 часа</b>	8 семестр – 44 часа; <b>всего - 44 часа</b>
<b>Форма текущего контроля:</b>		
Контрольная работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	семестр – 8
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>		
Экзамены	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Зачет	семестр – 6	семестр – 8
Зачет с оценкой	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовая работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовой проект	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>

**5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и типов учебных занятий**

**5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий и работы обучающегося (в академических часах)**

**Очная форма обучения**

№ п/ п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по типам учебных занятий и работы обучающегося				Форма текущего контроля и промежуточной аттестации
				контактная			СР	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел 1. Система массового обслуживания: определение и понятие. Система массового обслуживания (СМО).	20	6	6	4		10	зачет
2	Раздел 2. Уравнения Колмогорова. Описание Марковского процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем.	17	6	4	4		9	
3	Раздел 3. СМО с отказами: определения и формулы.	20	6	4	4		10	
4	Раздел 4. СМО с ожиданием (очередью): определение и формулы.	17	6	4	4		9	
	<b>Итого:</b>	<b>72</b>		<b>18</b>	<b>16</b>		<b>38</b>	

**Заочная форма обучения:**

№ п/ п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по типам учебных занятий и работы обучающегося				Форма текущего контроля и промежуточной аттестации
				контактная			СР	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел 1. Система массового обслуживания: определение и понятие. Система массового обслуживания (СМО).	17	8	2	4	-	11	Зачет, контрольная работа
2	Раздел 2. Уравнения Колмогорова. Описание Марковского процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем.	17	8	2	4	-	11	
3	Раздел 3. СМО с отказами: определения и формулы.	17	8	2	4	-	11	
4	Раздел 4. СМО с ожиданием (очередью): определение и формулы.	21	8	4	6	-	11	
<b>Итого:</b>		<b>72</b>		<b>10</b>	<b>18</b>		<b>44</b>	

## 5.2. Содержание дисциплины , структурированное по разделам

### 5.2.1. Содержание лекционных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Раздел 1. Система массового обслуживания: определение и понятие. Система массового обслуживания (СМО).	Система массового обслуживания (СМО). Примеры. Каналы обслуживания. Потоки заявок, требований. Предмет теории массового обслуживания. Показатели эффективности СМО. Классы СМО. Понятие Марковского случайного процесса. Потоки событий. Пуассоновский поток требований
2	Раздел 2. Уравнения Колмогорова. Описание Марковского процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем.	описание Марковского процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем. Правило составления уравнений Колмогорова. Процесс гибели и размножения. Предельные вероятности состояний.
3	Раздел 3. СМО с отказами: определения и формулы.	Одноканальная система (СМО) с отказами. Многоканальная система (СМО) с отказами. Показатели эффективности СМО с отказами. Примеры
4	Раздел 4. СМО с ожиданием (очередью): определение и формулы.	Одноканальная система с неограниченной очередью. Многоканальная СМО с неограниченной очередью. СМО с ограниченной очередью. СМО с ограниченным временем ожидания. Показатели эффективности СМО с ожиданием. Примеры.

### 5.2.2. Содержание лабораторных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Раздел 1. Система массового обслуживания: определение и понятие. Система массового обслуживания (СМО).	Входное тестирование. Моделирования Пуассоновского потока требований
2	Раздел 2. Уравнения Колмогорова. Описание Марковского процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем.	Суммирование случайных потоков
3	Раздел 3. СМО с отказами: определения и формулы.	Исследование СМО с отказами
4	Раздел 4. СМО с ожиданием (очередью): определение и формулы.	Исследование N-канальной СМО с ожиданием

### 5.2.3. Содержание практических занятий

*учебным планом не предусмотрены».*



**5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

**Очная форма обучения**

<b>№</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Содержание</b>	<b>Учебно-методическое обеспечение</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	Раздел 1. Система массового обслуживания: определение и понятие. Система массового обслуживания (СМО).	Выполнение лабораторных работ Подготовка к итоговому тестированию Подготовка к зачету	[1]-[6] [1]-[7]
2	Раздел 2. Уравнения Колмогорова. Описание Марковского процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем.	Выполнение лабораторных работ Подготовка к итоговому тестированию Подготовка к зачету	[1]-[6] [1]-[7]
3	Раздел 3. СМО с отказами: определения и формулы.	Выполнение лабораторных работ Подготовка к итоговому тестированию Подготовка к зачету	[1]-[6] [1]-[7]
4	Раздел 4. СМО с ожиданием (очередью): определение и формулы.	Выполнение лабораторных работ Подготовка к итоговому тестированию Подготовка к зачету	[1]-[6] [1]-[7]

**Заочная форма обучения**

<b>№</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Содержание</b>	<b>Учебно-методическое обеспечение</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	Раздел 1. Система массового обслуживания: определение и понятие. Система массового обслуживания (СМО).	Выполнение лабораторных работ Выполнение контрольной работы Подготовка к итоговому тестированию Подготовка к зачету	[1]-[6] [1]-[7] [1]-[6], [8]
2	Раздел 2. Уравнения Колмогорова. Описание Марковского процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем.	Выполнение лабораторных работ Выполнение контрольной работы Подготовка к итоговому тестированию Подготовка к зачету	[1]-[6] [1]-[7] [1]-[6], [8]

3	Раздел 3. СМО с отказами: определения и формулы.	Выполнение лабораторных работ Выполнение контрольной работы Подготовка к итоговому тестированию Подготовка к зачету	[1]-[6] [1]-[7] [1]-[6], [8]
4	Раздел 4. СМО с ожиданием (очередью): определение и формулы.	Выполнение лабораторных работ Выполнение контрольной работы Подготовка к итоговому тестированию Подготовка к зачету	[1]-[6] [1]-[7] [1]-[6], [8]

### 5.2.5. Темы контрольных работ

Контрольная работа «Расчет систем массового обслуживания».

### 5.2.6. Темы курсовых проектов/ курсовых работ

Учебным планом не предусмотрены».

## 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

<p>Организация деятельности студент</p>
<p><u>Лекция</u></p> <p>В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.</p>
<p><u>Лабораторное занятие</u></p> <p>Работа в соответствии с методическими указания по выполнению лабораторных работ.</p>
<p><u>Самостоятельная работа</u></p> <p>Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в помещениях для самостоятельной работы, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя.</p> <p>Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конспектирование (составление тезисов) лекций;</li> <li>- выполнение контрольной работы;</li> <li>- решение задач;</li> <li>- работу со справочной и методической литературой.</li> </ul> <p>Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повторение лекционного материала;</li> <li>- подготовки к практическим занятиям;</li> <li>- подготовки к лабораторным занятиям;</li> <li>- изучения учебной и научной литературы;</li> <li>- подготовка к тестированию;</li> <li>- подготовки к контрольной работе и т.д.;</li> <li>- выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме,</li> </ul>

получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их еженедельных консультациях;

- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов.

#### Контрольная работа

Теоретическая и практическая части контрольной работы выполняются по установленным темам (вариантам) с использованием практических материалов, полученных на практических занятиях. К каждой теме контрольной работы рекомендуется примерный перечень основных вопросов, список необходимой литературы. Необходимо изучить литературу, рекомендуемую для выполнения контрольной работы. Чтобы полнее раскрыть тему, следует использовать дополнительные источники и материалы. Инструкция по выполнению контрольной работы находится в методических материалах по дисциплине

#### Подготовка к зачету:

Подготовка студентов к зачёту включает три стадии:

- самостоятельная работа в течение семестра;

- подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в перечне вопросов к зачёту

## **7. Образовательные технологии**

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Теория систем массового обслуживания».

### **Традиционные образовательные технологии**

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Теория систем массового обслуживания», проводятся с использованием традиционных образовательных технологий ориентирующиеся на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения), учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер. Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Лабораторные занятия – организация учебной работы с цифровыми и информационными моделями, экспериментальная работа с информационными моделями реальных объектов.

**Интерактивные технологии** – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

По дисциплине «Теория систем массового обслуживания». лабораторные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

– работа в малых группах – это одна из самых популярных стратегий, так как она дает всем обучающимся (в том числе и стеснительным) возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия). Все это часто бывает невозможно в большом коллективе.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### ***а) основная учебная литература:***

1. Афонин, В. В. Моделирование систем: учебно-практическое пособие : учебное пособие / В. В. Афонин, С. А. Федосин. – Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ) : Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 232 с. : ил.,табл., схем. – (Основы информационных технологий). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232979>
2. Климов Г.П. Теория массового обслуживания [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.П. Климов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2011. — 312 с. — 978-5-211-05827-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13316.html>
3. Самусевич Г.А. Основы теории массового обслуживания [Электронный ресурс] : практикум / Г.А. Самусевич. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. — 44 с. — 978-5-321-02374-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68270.html>

#### ***б) дополнительная учебная литература:***

4. Системы массового обслуживания: методические указания к семинарским занятиям по дисциплине «Сервисная деятельность»/ составители Н. В. Тарасова. Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. - 24 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/17695.html>
5. Рябко Б.Я. Сборник задач по теории вероятностей и основам теории массового обслуживания [Электронный ресурс] / Б.Я. Рябко. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2010. — 77 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54776.html>
6. Макаров Е. Инженерные расчеты в Mathcad. Учебный курс / Москва, Питер. 2005. – 448

#### ***в) перечень учебно-методического обеспечения:***

7. Лежнина Ю.А. УМП по «Лабораторные работы по курсу «Теория систем массового обслуживания»». Астрахань. АГАСУ, 2016 г. – 22 с. (<http://moodle.aucu.ru/mod/url/view.php?id=48865> ).
8. Лежнина Ю.А. УМП по «Контрольная работа по курсу «Теория систем массового обслуживания»». Астрахань. АГАСУ, 2016 г. – 35 с. (<http://moodle.aucu.ru/mod/url/view.php?id=48866> ).

#### ***г) перечень онлайн курсов:***

9. <https://www.intuit.ru/studies/courses/4/4/info>

### **8.2. Перечень необходимого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

- 7-Zip

- Office 365 A1
- Adobe Acrobat Reader DC
- Google Chrome
- VLC media player
- Apache Open Office
- Office Pro Plus Russian OLPNL Academic Edition
- Kaspersky Endpoint Security
- Internet Explorer
- Microsoft Azure Dev Tools for Teaching
- Mathcad Education – University Edition.

### 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, доступных обучающимся при освоении дисциплины:

1. Электронная информационно-образовательная среда Университета: (<http://edu.aucu.ru>), (<http://moodle.aucu.ru>);
2. «Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека» (<https://biblioclub.com/>);
3. «Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru/>);
4. Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru/>);

### 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебные аудитории для проведения учебных занятий:  414056, г. Астрахань, ул. Татищева №18а, аудитория акт. зал  414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, аудитории №204, 209, 211	<b>Акт. зал</b> Комплект учебной мебели. Стационарный мультимедийный комплект Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет».
		<b>№204</b> Комплект учебной мебели Стационарный мультимедийный комплект Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»
		<b>№209</b> Комплект учебной мебели Компьютеры - 15 шт. Стационарный мультимедийный комплект Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»
		<b>№211</b> Комплект учебной мебели Компьютеры - 15 шт. Стационарный мультимедийный комплект Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»

<b>2</b>	Помещения для самостоятельной работы:  414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 22а, аудитории №201,203  414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18а библиотека, читальный зал	<b>№201</b>
		Комплект учебной мебели Компьютеры - 8 шт. Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»
		<b>№203</b>
		Комплект учебной мебели Компьютеры - 8 шт. Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»
		<b>Библиотека, читальный зал</b>
		Комплект учебной мебели Компьютеры - 4шт. Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»

#### **10. Особенности организации обучения по дисциплине « Теория систем массового обслуживания» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления дисциплина «**Теория систем массового обслуживания**» реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальных особенностей).

**Аннотация**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**«Теория систем массового обслуживания»**  
по направлению **38.03.01 «Экономика»**  
*направленность (профиль) подготовки «Бухгалтерский учет, анализ и аудит»,*

**Общая трудоемкость дисциплины** составляет 2 зачетные единицы.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Целью** освоения дисциплины «Теория систем массового обслуживания» является углубление уровня освоения компетенций, обучающихся в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 38.03.01. «Экономика».

Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.05.01 «Теория систем массового обслуживания» входит в Блок 1, части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплины по выбору). Для её освоения необходимы знания, полученные при изучении следующих дисциплин: «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Информатика».

**Краткое содержание дисциплины:**

Раздел 1. Система массового обслуживания: определение и понятие. Система массового обслуживания (СМО).

Раздел 2. Уравнения Колмогорова. Описание Марковского процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем.

Раздел 3. СМО с отказами: определения и формулы.

Раздел 4. СМО с ожиданием (очередью): определение и формулы.

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_

/О.И.Евдошенко/  
И.О. Фамилия

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу, оценочные и методические материалы**  
**по дисциплине Б1.В.ДВ.05.01 «Теория систем массового обслуживания»**  
**ОПОП ВО по направлению подготовки 38.03.01 «Экономика»**  
**направленность (профиль) «Бухгалтерский учет, анализ и аудит»,**  
**по программе бакалавриата**

Г.А. Поповым (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Теория систем массового обслуживания» ОПОП ВО по направлению подготовки **38.03.01 «Экономика»**, по программе **бакалавриата**, разработанной в ГАОУ АО ВО "Астраханский государственный архитектурно-строительный университет", на кафедре САПРиМ (разработчик – д.т.н., профессор Т.В. Хоменко.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Теория систем массового обслуживания» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки **38.03.01 «Экономика»**, направленность (профиль) «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 августа 2020 г. № 954 и зарегистрированного в Минюсте России 25 августа 2020, рег.№59425.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к формируемой участниками образовательных отношений (дисциплин по выбору) части учебного цикла Блок 1 «Дисциплины».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки **38.03.01 «Экономика»**, направленность (профиль) «Бухгалтерский учет, анализ и аудит».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Теория систем массового обслуживания» закреплена одна компетенция, которая реализуется в объявленных требованиях.

Предложенные в Программе индикаторы компетенций в категориях знать, уметь, владеть отражают специфику и содержание дисциплины, а представленные в ОММ показатели и критерии оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, а также шкалы оценивания позволяют определить степень достижения заявленных результатов, т.е. уровень освоения обучающимися соответствующих компетенций в рамках дисциплины «Теория систем массового обслуживания».

Учебная дисциплина «Теория систем массового обслуживания» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по направлению подготовки **38.03.01 «Экономика»**, направленность (профиль) «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестации знаний **бакалавриата**, предусмотренная Программой, осуществляется в форме **зачета**. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки **38.03.01 «Экономика»**, направленность (профиль) «Бухгалтерский учет, анализ и аудит».



Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки **38.03.01 «Экономика»**, направленность (**профиль**) «*Бухгалтерский учет, анализ и аудит*» и специфике дисциплины «*Теория систем массового обслуживания*» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы по по направлению подготовки **38.03.01 «Экономика»**, направленность (**профиль**) «*Бухгалтерский учет, анализ и аудит*» разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в Программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «*Теория систем массового обслуживания*» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляет собой совокупность разработанных кафедрой САПРиМ материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом, приобретения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной по направлению подготовки **38.03.01 «Экономика»**, направленность (**профиль**) «*Бухгалтерский учет, анализ и аудит*».

Оценочные и методические материалы по дисциплине «*Теория систем массового обслуживания*» представлены: перечнем материалов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «*Теория систем массового обслуживания*» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «*Теория систем массового обслуживания*» ОПОП ВО по направлению подготовки **38.03.01 «Экономика»**, по программе *бакалавриата*, разработанные – *д.т.н., профессор Т.В. Хоменко* соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направлению подготовки **38.03.01 «Экономика»**, направленность (**профиль**) «*Бухгалтерский учет, анализ и аудит*» и могут быть использованы к использованию.

Рецензент:

Попов Георгий Александрович

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой

«Информационной безопасности»

«Астраханский государственный технический

университет»



(подпись)

\_\_\_\_\_  
Ф. И. О.



Попов Г.А.  
ЗАВЕРЯЮ  
специалист отдела кадров  
АГАСУ  
\_\_\_\_\_  
(подпись) \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Подпись Попова Г.А. заверяю

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
Ф. И. О.

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)

---



## ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**Наименование дисциплины**

Теория систем массового обслуживания

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

**По направлению подготовки** 38.03.01 Экономика

*(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС ВО)*

**Направленность (профиль)** «Бухгалтерский учёт, анализ и аудит»

*(указывается наименование профиля в соответствии с ОПОП)*

**Кафедра** «Система автоматизированного проектирования и моделирования»

**Квалификация выпускника** бакалавр

**Разработчик:**

Зав. кафедрой  
к.т.н., доцент  
ученая степень, ученое звание

  
\_\_\_\_\_ /  
подпись

/О.И.Евдошенко/  
И.О. Фамилия

Оценочные и методические материалы рассмотрены и утверждены на заседании кафедры  
«Системы автоматизированного проектирования и моделирования»

Протокол №10 от 28.05.2021 г.

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ /  
подпись


/О.И.Евдошенко/  
И.О. Фамилия

**Согласовано:**

Председатель МКН «Экономика»,  
направленность (профиль) «Бухгалтерский учет, анализ и аудит»

  
\_\_\_\_\_ /  
(подпись)

/И.А. Митченко/  
И. О. Ф.

Начальник УМУ  / И.В. Аксютина /  
(подпись) И. О. Ф

Специалист УМУ  / Е.С. Коваленко /  
(подпись) И. О. Ф

## Содержание

1. Оценочные и методические материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	4
1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы .....	4
1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	5
1.2.1. Перечень оценочных текущего контроля успеваемости.....	5
1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	5
1.2.3. Шкала оценивания.....	6
2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы .....	8
3. Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.....	10
Приложение.....	12

## 1. Оценочные и методические материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные и методические материалы является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины и представлен в виде отдельного документа

### 1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Индекс и формулировка компетенции N	Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 2)	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.5.1)				Формы контроля с конкретизацией задания
		1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7
УК-1- Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	Знать: методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа.	X	X	X	X	Вопросы к зачету по всем разделам дисциплины (1-20) Итоговое Тестирование (16-30)
	Уметь: применять методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.	X	X	X	X	Контрольная работа (1-9)
	Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач.	X	X	X	X	Контрольная работа (1-9)

## 1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 1.2.1. Перечень оценочных текущего контроля успеваемости

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий

### 1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенция, этапы освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		Ниже порогового уровня (не зачтено)	Пороговый уровень (Зачтено)	Продвинутый уровень (Зачтено)	Высокий уровень (Зачтено)
1	2	3	4	5	6
УК-1- Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения	<b>Знает:</b> методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа. (31 УК – 1.1).	Обучающийся не знает и не понимает методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа	Обучающийся знает методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа в типовых ситуациях.	Обучающийся знает и понимает методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает и понимает методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.

поставленных задач.	<p><b>Умеет:</b> применять методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников. (У1 УК – 1.2).</p>	<p>Обучающийся не умеет применять методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников</p>	<p>Обучающийся умеет применять методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников типовых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся умеет применять методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.</p>	<p>Обучающийся умеет применять методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.</p>
	<p><b>Владеет:</b> методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач. (В1УК – 1.3).</p>	<p>Обучающийся не владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач</p>	<p>Обучающийся владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач в типовых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.</p>	<p>Обучающийся владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.</p>

### 1.2.3. Шкала оценивания

Уровень достижений	Отметка в 5-бальной шкале	Зачтено/ не зачтено
высокий	«5»(отлично)	зачтено
продвинутый	«4»(хорошо)	зачтено
пороговый	«3»(удовлетворительно)	зачтено
ниже порогового	«2»(неудовлетворительно)	не зачтено



**2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:**

**2.1. Зачет**

a) типовые вопросы к зачёту (Приложение 1)

b) критерии оценивания

При оценке знаний на зачете учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых актов. Соблюдаются нормы литературной речи
2	Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые нормативно-правовые акты используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи
3	Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых нормативно-правовых актах. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи
4	Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи
5	Зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»
6	Не зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

## ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ:

### 2.2. Контрольная работа

- a) типовые задания для контрольной работы (Приложение 2)
- b) критерии оценивания

Выполняется в письменной форме. При оценке работы студента учитывается:

1. Правильное раскрытие содержания основных вопросов темы, правильное решение задач.
2. Самостоятельность суждений, творческий подход, научное обоснование раскрываемой проблемы.
3. Правильность использования цитат (если цитата приводится дословно, то надо взять ее в кавычки и указать источник с указанием фамилии автора, названия произведения, места и города издания, тома, части, параграфа, страницы).
4. Наличие в конце работы полного списка литературы.

№ п/п 1	Оценка 2	Критерии оценки 3
1	Отлично	Студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета
2	Хорошо	Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов
3	Удовлетворительно	Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает материал, допускает искажение фактов
4	Неудовлетворительно	Студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы
5	Зачтено	Выполнено правильно не менее 50% заданий, работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике, в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы, самостоятельно выполнена графическая часть работы
6	Не зачтено	Студент не справился с заданием (выполнено правильно менее 50% задания варианта), не раскрыто основное содержание вопросов, имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задач, в выполнении графической части задания и т.д., а также выполнена не самостоятельно.

### 2.3. Тест

- a) типовой комплект заданий для входного тестирования (Приложение 3)
- типовой комплект заданий для итогового тестирования (Приложение 3)
- a) критерии оценивания

При оценке знаний по результатам тестов учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.

3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	2	3
1.	Отлично	если выполнены следующие условия: – даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; – на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный и полный ответ
2.	Хорошо	если выполнены следующие условия: – даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; – на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный ответ, но допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты
3.	Удовлетворительно	если выполнены следующие условия: – даны правильные ответы не менее чем на 50% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; – на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал непротиворечивый ответ, или при ответе допустил значительные неточности и не показал полноты
4.	Неудовлетворительно	если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «удовлетворительно»
5.	Зачтено	выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»
6.	Не зачтено	выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно»

### 3. Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине регламентируется локальным нормативным актом.

#### Характеристика процедур текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Виды выставляемых оценок	Форма учета
1.	Зачет	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По шкале зачтено/не зачтено	Ведомость, зачетная книжка
2.	Контрольная работа	Систематически на занятиях (для очной формы обучения);	По пятибалльной шкале или зачтено не зачтено	Журнал успеваемости преподавателя (для очной формы обучения);

		По мере выполнения (для заочной формы обучения)		Тетрадь для выполнения контрольных работ (для заочной формы обучения)
3.	Тест	Входное тестирование перед изучением дисциплины, итоговое тестирование, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале (зачтено/не зачтено)	Журнал успеваемости преподавателя

## Типовые вопросы к зачёту

### *Знать – УК-1*

1. Система массового обслуживания (СМО). Примеры в экономике.
2. Каналы обслуживания.
3. Потоки заявок, требований.
4. Предмет теории массового обслуживания. Особенности рассмотрения задач массового обслуживания в сфере экономики
5. Показатели эффективности СМО.
6. Классы СМО.
7. Понятие Марковского случайного процесса.
8. Потоки событий. Примеры в экономике.
9. Пуассоновский поток требований
10. Описание Марковского процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем.
11. Правило составления уравнений Колмогорова.
12. Процесс гибели и размножения в экономике.
13. Предельные вероятности состояний.
14. Одноканальная система (СМО) с отказами. Примеры в экономике
15. Многоканальная система (СМО) с отказами. Примеры в экономике
16. Показатели эффективности СМО с отказами. Примеры
17. Одноканальная система с неограниченной очередью. Примеры в экономике
18. Многоканальная СМО с неограниченной очередью. Примеры в экономике
19. СМО с ограниченной очередью. Примеры в экономике
20. СМО с ограниченным временем ожидания. Примеры в экономике. Показатели эффективности СМО с ожиданием. Примеры

**Типовые задания для контрольной работы**  
**Уметь, владеть – УК-1**

**Задание 1.**

Задана матрица  $P_1$  вероятностей перехода дискретной цепи Маркова из  $i$  – го в  $j$  – ое состояние за один шаг ( $i, j = 1, 2$ ). Распределение вероятностей по состояниям в начальный момент  $t = 0$  определяется вектором  $\vec{q}$ .

Найти : 1. матрицу  $P_2$  перехода цепи из состояния  $i$  в состояние  $j$  за два шага; 2. распределение вероятностей по состояниям в момент  $t = 2$ ; 3. стационарное распределение.

$$1. P = \begin{pmatrix} 0,1 & 0,9 \\ 0,2 & 0,8 \end{pmatrix}, \quad \vec{q} = (0,4; 0,6),$$

$$2. P = \begin{pmatrix} 0,6 & 0,4 \\ 0,7 & 0,3 \end{pmatrix}, \quad \vec{q} = (0,2; 0,8).$$

$$3. P = \begin{pmatrix} 0,8 & 0,2 \\ 0,2 & 0,8 \end{pmatrix}, \quad \vec{q} = (0,1; 0,9).$$

$$4. P = \begin{pmatrix} 0,4 & 0,6 \\ 0,5 & 0,5 \end{pmatrix}, \quad \vec{q} = (0,9; 0,1).$$

$$5. P = \begin{pmatrix} 0,9 & 0,1 \\ 0,2 & 0,8 \end{pmatrix}, \quad \vec{q} = (0,5; 0,5).$$

$$6. P = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,7 \\ 0,9 & 0,1 \end{pmatrix}, \quad \vec{q} = (0,3; 0,7).$$

$$7. P = \begin{pmatrix} 0,5 & 0,5 \\ 0,2 & 0,8 \end{pmatrix}, \quad \vec{q} = (0,6; 0,4).$$

$$8. P = \begin{pmatrix} 0,4 & 0,6 \\ 0,9 & 0,1 \end{pmatrix}, \quad \vec{q} = (0,2; 0,8).$$

$$9. P = \begin{pmatrix} 0,7 & 0,3 \\ 0,5 & 0,5 \end{pmatrix}, \quad \vec{q} = (0,5; 0,5).$$

$$10. P = \begin{pmatrix} 0,1 & 0,9 \\ 0,2 & 0,8 \end{pmatrix}, \quad \vec{q} = (0,7; 0,3).$$

**Задание 2.**

Вход на станцию метрополитена оборудован системой из  $k$  турникетов. При выходе из строя одного из турникетов остальные продолжают нормально функционировать. Если из строя выйдут все турникеты, то вход на станцию перекрывается. Поток отказов простейший. Среднее время безотказной работы одного турникета составляет  $t$  часов. При выходе из строя каждый турникет начинает сразу ремонтироваться. Время ремонта распределено по показательному закону и в среднем составляет  $s$  часов. В начальный момент все турникеты исправны. Найти среднюю пропускную способность системы турникетов (в процентах от номинальной), если с выходом из строя каждого турникета система теряет  $\left(\frac{100}{k}\right)\%$  своей номинальной пропускной

способности. Построить размеченный граф состояний системы.

1. k=4,	t=80,	s=2,
2. k=3,	t=65,	s=2,
3. k=4	t=75,	s=3,
4. k=3,	t=80,	s=3,
5. k=4,	t=70,	s=2,
6. k=3,	t=60,	s=2,
7. k=4,	t=65,	s=3,
8. k=3,	t=75,	s=2,
9. k=4,	t=60,	s=3,
10. k=3,	t=70,	s=3.

### Задание 3.

Дисплейный зал имеет  $k$  дисплеев. Поток пользователей простейший. Среднее число пользователей, посещающих дисплейный зал в сутки, равно  $n$ . Время обработки информации одним пользователем на одном дисплее распределено по показательному закону и составляет в среднем  $t$  мин. Определить существует ли стационарный режим работы зала; вероятность того, что пользователь застанет все дисплеи занятыми; среднее число пользователей в очереди; среднее число пользователей в зале; среднее время ожидания свободного дисплея; среднее время пребывания пользователя в дисплейном зале.

1. k=3,	n=55,	t=29,
2. k=2,	n=32,	t=38,
3. k=3,	n=70,	t=12,
4. k=2,	n=42,	t=27,
5. k=3,	n=64,	t=18,
6. k=2,	n=35,	t=28,
7. k=3,	n=44,	t=25,
8. k=2,	n=26,	t=43,
9. k=3,	n=58,	t=20,
10. k=2,	n=40,	t=34.

### Задание 4.

Рассматривается  $n$ -канальная система массового обслуживания (СМО) с отказами. Поток заявок, поступающих в СМО, простейший с интенсивностью  $\lambda$  [1/час]. Среднее время обслуживания заявки равно  $t$  [мин]. Время обслуживания распределено по показательному закону. Определить:

- число каналов, при котором вероятность того, что заявка получит отказ, не больше  $a$ ;
- абсолютную пропускную способность СМО;
- среднее число каналов, занятых обслуживанием заявок;
- среднее время пребывания заявки в СМО;
- среднее время простоя одного (произвольно взятого) канала.

1. $\lambda = 12$ ;	$t = 12$	$a = 0,07$ .	2. $\lambda = 6$ ;	$t = 16$ ;	$a = 0,02$
3. $\lambda = 13$ ;	$t = 12$	$a = 0,08$ .	4. $\lambda = 7$ ;	$t = 16$ ;	$a = 0,03$
5. $\lambda = 19$ ;	$t = 6$	$a = 0,04$ .	6. $\lambda = 11$ ;	$t = 12$	$a = 0,05$
7. $\lambda = 9$ ;	$t = 30$	$a = 0,06$ .	8. $\lambda = 5$ ;	$t = 30$ ;	$a = 0,07$
9. $\lambda = 9$ ;	$t = 16$	$a = 0,03$ .	10. $\lambda = 11$ ;	$t = 16$ ;	$a = 0,09$

### Задание 5.

Рассматривается  $n$ -канальная система массового обслуживания (СМО) с ожиданием. Поток заявок, поступающих в СМО, простейший с интенсивностью  $\lambda$  [1/час]. Среднее время обслуживания заявки равно  $t$  [мин]. Время обслуживания распределено по показательному закону. Определить:

- существует ли стационарный режим работы СМО;
- среднее число заявок, находящихся в СМО;
- среднее время пребывания заявки в СМО;
- вероятность того, что все каналы заняты;
- среднее время простоя одного (произвольно взятого) канала.

- |    |         |                 |           |     |         |                 |            |
|----|---------|-----------------|-----------|-----|---------|-----------------|------------|
| 1. | $n = 5$ | $\lambda = 18;$ | $t = 15.$ | 2.  | $n = 3$ | $\lambda = 10;$ | $t = 12.$  |
| 3. | $n = 4$ | $\lambda = 5;$  | $t = 30.$ | 4.  | $n = 5$ | $\lambda = 22;$ | $t = 4.$   |
| 5. | $n = 3$ | $\lambda = 18;$ | $t = 6.$  | 6.  | $n = 4$ | $\lambda = 20;$ | $t = 7,5.$ |
| 7. | $n = 5$ | $\lambda = 30;$ | $t = 6.$  | 8.  | $n = 3$ | $\lambda = 14;$ | $t = 5.$   |
| 9. | $n = 4$ | $\lambda = 19;$ | $t = 6.$  | 10. | $n = 3$ | $\lambda = 12;$ | $t = 6.$   |

### Задание 6.

Рассматривается  $n$ -канальная система массового обслуживания (СМО) с ожиданием и ограничением на длину очереди. Число мест в очереди равно  $m$ . Поток заявок, поступающих в СМО, простейший с интенсивностью  $\lambda$  [1/час]. Среднее время обслуживания заявки равно  $t$  [мин]. Время обслуживания распределено по показательному закону.

1.  $n = 4; m = 3; \lambda = 6; t = 40$ . Определить:

- среднее число заявок, находящихся под обслуживанием;
- вероятность того, что заявка сразу же будет принята к обслуживанию;
- вероятность того, что в СМО будет не более 2-х заявок.

2.  $n = 3; m = 4; \lambda = 8; t = 15$ . Определить:

- вероятность того, что заявка получит отказ в обслуживании;
- среднее число каналов, не занятых обслуживанием;
- среднее время пребывания заявки в СМО;

3.  $n = 4; m = 2; \lambda = 4; t = 60$ . Определить:

- среднее число заявок в СМО;
- среднее время пребывания заявки в очереди;
- вероятность того, что будет простаивать не более одного канала.

4.  $n = 3; m = 3; \lambda = 6; t = 20$ . Определить:

- относительную пропускную способность СМО;
- среднее число каналов, занятых обслуживанием заявок;
- среднее время пребывания заявки в СМО.

5.  $n = 3; m = 4; \lambda = 9; t = 20$ . Определить:

- абсолютную пропускную способность СМО;
- среднее число заявок в очереди;
- вероятность того, что не более 2-х каналов будут заняты обслуживанием заявок.



6.  $n = 3; m = 3; \lambda = 5; t = 30$ . Определить:

- а) вероятность того, что заявка получит отказ в обслуживании;
- б) среднее число заявок, находящихся под обслуживанием;
- в) вероятность того, что менее 2-х заявок будут находиться в очереди на обслуживание.

7.  $n = 2; m = 4; \lambda = 6; t = 15$ . Определить:

- а) среднее число свободных каналов;
- б) вероятность того, что заявка будет принята в СМО;
- в) вероятность того, что заявка, поступившая в СМО, встанет в очередь на обслуживание.

8.  $n = 4; m = 3; \lambda = 5; t = 30$ . Определить:

- а) среднее число заявок, находящихся в СМО;
- б) вероятность того, что заявка сразу же будет принята к обслуживанию;
- в) вероятность того, что не более 2-х каналов будет занято обслуживанием заявок.

9.  $n = 4; m = 3; \lambda = 9; t = 20$ . Определить:

- а) абсолютную пропускную способность;
- б) среднее время пребывания заявки в СМО;
- в) среднее число заявок в очереди.

10.  $n = 3; m = 4; \lambda = 6; t = 15$ . Определить:

- а) относительную пропускную способность СМО;
- б) среднее время ожидания заявки в очереди;
- в) среднее число занятых каналов.

### Задание 7.

Рассматривается  $n$ -канальная система массового обслуживания (СМО) без ограничения на длину очереди, но с ограничением на время ожидания. Заявка ожидает обслуживания в среднем  $t_{\text{ж}}$  [мин], а затем покидает СМО. Поток заявок, поступающих в СМО, простейший с интенсивностью  $\lambda$  [1/час], среднее время обслуживания заявки равно  $t$  [мин].

1.  $n = 4; \lambda = 8; t = 15; t_{\text{ж}} = 5$ . Определить:

- а) абсолютную пропускную способность СМО;
- б) среднее число заявок в очереди;
- в) вероятность того, что в очереди будут находиться не более 2-х заявок.

2.  $n = 3; \lambda = 6; t = 30; t_{\text{ж}} = 15$ . Определить:

- а) среднее число заявок, находящихся под обслуживанием;
- б) вероятность того, что заявка уйдет из очереди не обслуженной;
- в) вероятность того, что менее 3-х заявок будут находиться в очереди на обслуживание.

3.  $n = 4; \lambda = 9; t = 20; t_{\text{ж}} = 10$ . Определить:

- а) вероятность того, что заявка будет обслужена;
- б) среднее время пребывания заявки в СМО;

в) среднее число свободных каналов.

4.  $n = 3$ ;  $\lambda = 10$ ;  $t = 15$ ;  $t_{ж} = 12$ . Определить:

- а) среднее число заявок, находящихся в СМО;
- б) вероятность того, что заявка сразу же будет принята к обслуживанию;
- в) среднее время простоя канала.

5.  $n = 3$ ;  $\lambda = 8$ ;  $t = 30$ ;  $t_{ж} = 10$ . Определить:

- а) среднее число заявок в очереди;
- б) абсолютную пропускную способность СМО;
- в) среднее время пребывания заявки в СМО.

6.  $n = 4$ ;  $\lambda = 10$ ;  $t = 15$ ;  $t_{ж} = 6$ . Определить:

- а) среднее число занятых каналов;
- б) относительную пропускную способность СМО;
- в) среднее время ожидания заявки в очереди.

7.  $n = 3$ ;  $\lambda = 6$ ;  $t = 20$ ;  $t_{ж} = 12$ . Определить:

- а) вероятность того, что заявка сразу же будет принята к обслуживанию;
- б) среднее число заявок, находящихся под обслуживанием;
- в) вероятность того, что в СМО будет не более 4-х заявок.

8.  $n = 4$ ;  $\lambda = 12$ ;  $t = 12$ ;  $t_{ж} = 6$ . Определить:

- а) вероятность того, что заявка уйдет из СМО не обслуженной;
- б) среднее время пребывания заявки в СМО;
- в) среднее число каналов, не занятых обслуживанием.

9.  $n = 3$ ;  $\lambda = 15$ ;  $t = 12$ ;  $t_{ж} = 5$ . Определить:

- а) среднее число заявок в СМО;
- б) среднее время простоя канала;
- в) вероятность того, что будет простаивать не более одного канала.

10.  $n = 4$ ;  $\lambda = 10$ ;  $t = 12$ ;  $t_{ж} = 3$ . Определить:

- а) относительную пропускную способность СМО;
- б) среднее время пребывания заявки в СМО;
- в) среднее число каналов, занятых обслуживанием заявок.

### Задание 8.

Имеется автозаправочная станция, на которой имеется  $n$  заправочных колонок и  $m$  стоянок для ожидания. Для каждого варианта задается число машин, обслуживаемых в единицу времени, и количество автомобилей, приходящих в единицу времени.

Необходимо определить тип СМО и подсчитать следующие величины:

- абсолютную пропускную способность СМО;
- относительную пропускную способность СМО;
- вероятность, что заявка не будет обслужена;

- среднее число заявок в СМО;
- среднее число заявок в очереди;
- среднее время пребывания заявки в СМО;
- среднее время пребывания в очереди;
- среднее число каналов.

Номер варианта	Число колонок	Число мест стоянки	Интенсивность обслуживания	Интенсивность поступления
1	1	1	1 машина за 1 мин	65 машин за 1 ч
2	2	2	1 машина за 2 мин	50 машин за 1 ч
3	3	3	1 машина за 3 мин	58 машин за 1 ч
4	4	1	1 машина за 4 мин	50 машин за 1 ч
5	5	2	1 машина за 5 мин	50 машин за 1 ч
6	1	3	1 машина за 1 мин	58 машин за 1 ч
7	2	1	1 машина за 2 мин	35 машин за 1 ч
8	3	2	1 машина за 3 мин	55 машин за 1 ч
9	4	3	1 машина за 4 мин	55 машин за 1 ч
10	5	5	1 машина за 1 мин	280 машин за 1 ч

### Задание 9.

**Вариант 1.** Рассматривается круглосуточная работа пункта проведения профилактического осмотра автомашин с одним каналом (одной группой проведения осмотра). На осмотр и выявление дефектов каждой машины затрачивается в среднем 0,4 часа. На осмотр поступает в среднем 36 машин в сутки. Если машина, прибывшая в пункт осмотра, не застаёт ни одного канала свободным, она покидает пункт осмотра необслуженной. Определить вероятности состояний и характеристики обслуживания профилактического пункта осмотра.

**Вариант 2.** Рассматривается круглосуточная работа пункта проведения профилактического осмотра автомашин с четырьмя каналами (четырьмя группами проведения осмотра). На осмотр и выявление дефектов каждой машины затрачивается в среднем 0,5 часа. На осмотр поступает в среднем 20 машин в сутки. Если машина, прибывшая в пункт осмотра, застаёт очередь из трех машин, она покидает пункт осмотра необслуженной. Определить вероятности состояний и характеристики обслуживания профилактического пункта осмотра. Найти число каналов, при котором относительная пропускная способность пункта осмотра будет не менее 0,9.

**Вариант 3.** В порту имеется один причал для разгрузки судов. Интенсивность поток судов равна 0,4 (судов в сутки). Среднее время разгрузки одного судна составляет 2 суток. Предполагается, что очередь может быть неограниченной длины. Найти показатели эффективности работы причала, а также вероятность того, что ожидают разгрузки не более, чем 2 судна.

**Вариант 4.** В вычислительный центр коллективного пользования с тремя компьютерами поступают заказы от предприятий на вычислительные работы. Если заняты все три компьютера, то вновь поступающий заказ не принимается и предприятие вынуждено обратиться в другой вычислительный центр. Среднее время работы с одним заказом составляет 3 часа. Интенсивность потока заявок 0,25 (з/час). Найти предельные вероятности состояний и показатели эффективности работы вычислительного центра.

**Вариант 5.** Анализируется работа междугородного переговорного пункта в небольшом городке. Пункт имеет три телефонных аппарата для переговоров. В среднем за сутки поступает 240 заявок на переговоры. Средняя длительность переговоров (с учетом вызова абонентов в другом городе) составляет 7 минут. Никаких ограничений на длину очереди нет. Определить предельные вероятности состояний и характеристики обслуживания переговорного пункта в стационарном режиме.

**Вариант 6.** Рассматривается круглосуточная работа пункта проведения профилактического осмотра автомашин с одним каналом (одной группой проведения осмотра). На осмотр и выявление дефектов каждой машины затрачивается в среднем 0,2 часа. На осмотр поступает в среднем 50 машин в сутки. Машина, прибывшая в пункт осмотра, покидает пункт осмотра в случае, если в очереди на осмотр стоят более 5 машин. Определить вероятности состояний и характеристики обслуживания профилактического пункта осмотра.

**Вариант 7.** В универсаме к узлу расчета поступает поток покупателей с интенсивностью 81 человек в час. Средняя продолжительность обслуживания контролером-кассиром одного покупателя - 2 минуты. Определить минимальное число контролеров-кассиров при котором очередь не будет расти до бесконечности, и соответствующие характеристики обслуживания. Определить вероятность того, что в очереди будет не более трех покупателей.

**Вариант 8.** Рассматривается круглосуточная работа пункта проведения профилактического осмотра автомашин с тремя каналами (тремя группами проведения осмотра). На осмотр и выявление дефектов каждой машины затрачивается в среднем 0,8 часа. На осмотр поступает в среднем 40 машин в сутки. Машина, прибывшая в пункт осмотра, покидает пункт осмотра в случае, если в очереди на осмотр стоят более 7 машин. Определить вероятности состояний и характеристики обслуживания профилактического пункта осмотра. Найти число каналов при котором относительная пропускная способность пункта осмотра будет не менее 0,8.

**Вариант 9.** Анализируется работа междугородного переговорного пункта в небольшом городке. Пункт имеет один телефонный аппарат для переговоров. В среднем за сутки поступает 360 заявок на переговоры. Средняя длительность переговоров (с учетом вызова абонентов в другом городе) составляет 5 минут. Никаких ограничений на длину очереди нет. Определить предельные вероятности состояний и характеристики обслуживания переговорного пункта в стационарном режиме.

**Вариант 10.** Рассматривается круглосуточная работа пункта проведения профилактического осмотра автомашин с четырьмя каналами (четырьмя группами проведения осмотра). На осмотр и выявление дефектов каждой машины затрачивается в среднем 0,5 часа. На осмотр поступает в среднем 20 машин в сутки. Машина, прибывшая в пункт осмотра, обслуживается. Определить вероятности состояний и характеристики обслуживания профилактического пункта осмотра. Найти число каналов при котором относительная пропускная способность пункта осмотра будет не менее 0,9.

**Типовые вопросы тестирования**  
**по дисциплине Теория систем массового обслуживания**  
 **типовые тесты для входного тестирования**  
**УК-1**

**1. Предметом теории массового обслуживания является:**

- а) разработка математического и программного обеспечения;
- б) *построение математических моделей, связывающих заданные условия работы системы с показателями эффективности функционирования с целью нахождения наилучших вариантов управления этими системами;*
- в) построение оптимизационных моделей.

**2. Каждая система массового обслуживания (СМО) состоит из одного или нескольких обслуживающих устройств, которые называются:**

- а) очередью;
- б) входящим потоком заявок;
- в) *каналами обслуживания;*
- г) выходящим потоком обслуженных заявок.

**3. Вероятностной характеристикой случайного потока заявок служит:**

- а) *время поступления заявок;*
- б) интенсивность поступления заявок;
- в) количество поступивших заявок.

**4. Признаками классификации СМО не являются:**

- а) число каналов обслуживания;
- б) *время обслуживания;*
- в) длина очереди

**5. Показателями эффективности СМО являются:**

- а) интенсивность потока заявок;
- б) среднее время обслуживания заявки;
- в) *абсолютная пропускная способность СМО;*

**6. Какие примеры потоков событий Вы знаете?**

- а) поток вызовов на телефонной станции;
- б) поток отказов (сбоев) ЭВМ;
- в) поток железнодорожных составов, поступающих на сортировочную станцию;
- г) поток частиц, попадающих на счетчик Гейгера;
- д) *все вышеназванные.*

**7. Какие примеры систем массового обслуживания Вы знаете?**

- а) телефонные станции;
- б) ремонтные мастерские;
- в) билетные кассы, справочные бюро;
- г) магазины, парикмахерские;
- д) *все вышеназванные.*

**8. Что может служить в качестве каналов системы массового обслуживания?**

- а) линии связи;
- б) кассиры, продавцы;
- в) лифты;
- г) автомашины;
- д) *все вышеназванное.*

**9. Что можно выбрать в качестве показателей эффективности системы массового обслуживания?**

- а) среднее число заявок, обслуживаемых СМО в единицу времени;
- б) среднее число занятых каналов;
- в) среднее число заявок в очереди и среднее время ожидания обслуживания;
- г) вероятность того, что число заявок в очереди превысит какое-то значение;
- д) *все вышеназванные.*

**10. Какие одноканальные СМО с очередью Вы знаете?**

- а) врач, обслуживающий пациентов;
- б) телефон-автомат с одной будкой;
- в) ЭВМ, выполняющая заказы пользователей;
- г) содержимое п.п. а,б;
- д) *содержимое п.п. а,б,в.*

**11. \_\_\_\_\_ - это вероятность поступления требований в интервале ( $t_1$ ,  $t_2$ ), зависящая от событий, произошедших до момента  $t_1$**

- а. Последействие
- б. Ординарность
- в. Коррелированность
- г. Стационарность

**12. Коммутатор называется \_\_\_\_\_, если выполнено соотношение  $n^3 \geq m$  ( $n$  – входы коммутатора;  $m$  – выходы коммутатора)**

- а. блокирующим
- б. многофазным

- в. неблокирующим
- г. управляемым
- д. Получить ответ

**13. \_\_\_\_\_ модели - совокупность математических объектов и отношений между ними, которая адекватно отображает некоторые свойства объекта**

- а. Физические
- б. Структурные
- в. Математические
- г. Функциональные

**14. Цепь Маркова называется \_\_\_\_\_, если каждое ее состояние может быть достигнуто из любого другого состояния**

- а. однородной
- б. приводимой
- в. неприводимой
- г. замкнутой

**15. \_\_\_\_\_ системы - это предельное, статистически усредненное число обслуживаний в единицу времени при заданном качестве обслуживания**

- а. Технологичность
- б. Оптимальность
- в. Эффективность
- г. Производительность

**типовые тесты для итогового тестирования  
УК-1**

**16. Чтобы ни одно требование не было потеряно в результате ресурсного конфликта, в системе может быть предусмотрен специальный буфер памяти, в который будут помещаться требования, которые не могут быть обслужены немедленно при поступлении из-за занятости всех серверов. В этом случае говорят, что в системе организуется**

- а. последовательный трафик
- б. очередь серверов
- в. очередь требований
- г. очередь ресурсов

**17. Если вероятности переходов не зависят от номера шага, то такая цепь Маркова называется**

- а. неоднородной

- б. стационарной
- в. статической
- г. однородной

**18. Метод графов\_\_\_\_\_состоит в том, что вероятность блокировки пути между любыми вершинами графа может быть рассчитана как вероятность совместного занятия всех соединяющих эти вершины звеньев в предположении, что вероятности занятия каждого из звеньев независимы**

- а. Берке
- б. Энгсета
- в. Джексона
- г. Ли

**19. При использовании метода Якобеуса, в случае, если коммутаторы первого уровня имеют равное число входов и выходов (схема без сжатия и расширения), то для промежуточных линий целесообразно принять распределение**

- а. Эрланга
- б. Бернулли
- в. Эрмита
- г. Лапласа

**20. Для каждого сервера работа  $U(t, t + \Delta t)$  равна \_\_\_\_\_, если в интервале  $(t, t + \Delta t)$  сервер не занят**

- а. 1
- б.  $Dt$
- в. 0
- г. 0 или 1

**21. Расположение маркеров в позициях называется\_\_\_\_\_сети**

- а. переходом
- б. разметкой
- в. структурой
- г. масштабом

**22. Чтобы модель была \_\_\_\_\_ (или сходной по форме), необходимо выполнение двух условий: существование взаимнооднозначного соответствия между элементами модели и представляемого объекта; сохранность точных соотношений или взаимодействий между элементами**

- а. абстрактной



- б. изоморфной
- в. корректной
- г. гомоморфной

**23. При символическом обозначении системы массового обслуживания произвольное распределение длительностей обслуживания обозначается**

- а. M
- б. D
- в. E
- г. G

**24. 1 Эрланг равен**

- а. 36 CCS
- б. 24 CCS
- в. CCS
- г. 48 CCS

**25. Для системы из n серверов физический смысл \_\_\_\_\_ нагрузки - это число серверов, занятых обслуживанием в данный момент времени**

- а. мгновенной
- б. интенсивной
- в. потенциальной
- г. средней

**26. \_\_\_\_\_ коммутатора определяется невозможностью части входов получить доступ ни к одному из выходов**

- а. Блокируемость
- б. Количество электронных ключей
- в. Производительность
- г. Число точек коммутации

**27. Если отбрасывать каждую вторую заявку потока Пальмы, то получается поток Эрланга \_\_\_\_\_ порядка**

- а. второго
- б. третьего
- в. нулевого
- г. первого

**28. \_\_\_\_\_ - это независимость вероятностных характеристик от времени**

- а. Ординарность
- б. Стационарность

- в. Статичность
- г. Систематичность

**29. Обработка или передача каждого сообщения занимает некоторое конечное время, называемое в теории телетрафика временем**

- а. обслуживания
- б. ожидания
- в. эксплуатации
- г. доступа

**30. В приоритетных сетях при наличии \_\_\_\_\_ и более активных переходов сработает лишь переход, имеющий высший приоритет**

- а. десяти
- б. четырех
- в. пяти
- г. двух
- д. Получить ответ

**31. Метод \_\_\_\_\_ состоит в том, что вероятность блокировки пути между любыми вершинами графа может быть рассчитана как вероятность совместного занятия всех соединяющих эти вершины звеньев в предположении, что вероятности занятия каждого из звеньев независимы**

- а. Энгсета
- б. Ли
- в. Джексона
- г. Берке