

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

(подпись)

« 25 » 08

/ И.Ю. Петрова /

И. О. Ф.

2017г.

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)

По профилю подготовки

«Экономика предприятий и организаций»

(указывается наименование профиля в соответствии с ООП)

Кафедра

системы автоматизированного проектирования и моделирования

Квалификация (степень) выпускника *бакалавр*

Астрахань - 2017

Разработчики:

Доцент, к.т.н.

(занимаемая должность,
учёная степень и учёное звание)


(подпись) /Ю.А. Лежнина/
И. О. Ф.

Рабочая программа разработана для учебного плана 20 17 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Системы автоматизированного проектирования и моделирования» протокол № 10 от 25.05.2017 г.

Заведующий кафедрой


(подпись) /Н.Н. Лежнина/
И. О. Ф.

Согласовано:

Председатель МКН «Экономика»

Профиль подготовки «Экономика предприятий и организаций»,


(подпись) /Н.Н. Лежнина/
И. О. Ф.

Начальник УМУ


(подпись) /Н.Н. Лежнина/
И. О. Ф.

Специалист УМУ


(подпись) /С.А. Фурикова/
И. О. Ф.

Начальник УИТ


(подпись) /В.А. Лежнина/
И. О. Ф.

Заведующая научной библиотекой


(подпись) /В.А. Лежнина/
И. О. Ф.

Содержание

1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
3. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата	4
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	5
5. Содержание дисциплины , структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	6
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)	6
5.1.1. Очная форма обучения	6
5.1.2. Заочная форма обучения:	6
5.2. Содержание дисциплины , структурированное по разделам	7
5.2.1. Содержание лекционных занятий	7
5.2.2. Содержание лабораторных занятий	7
5.2.3. Содержание практических занятий	7
5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	7
5.2.5. Темы контрольных работ	8
5.2.6. Темы курсовых проектов/ курсовых работ	8
6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	8
7. Образовательные технологии	9
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	9
8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	9
8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения....	10
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	11
10. Особенности организации обучения по дисциплине « Теория систем массового обслуживания» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	13

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью учебной дисциплины «Теория систем массового обслуживания» является формирование знаний, позволяющих обоснованно и результативно применять основные понятия теории массового обслуживания и основные методы построения и исследования моделей систем массового обслуживания.

Задачами дисциплины являются:

- изучение математических методов исследования систем массового обслуживания;
- формирование навыков построения математических моделей и оптимизации систем массового обслуживания различных типов.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

ОПК-2- способностью осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения профессиональных задач;

ПК-4 – способностью на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты.

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

знать:

- основы теории массового обслуживания, методы определения операционных характеристик марковских СМО (ОПК-2)
- возможности, ограничения и сферу применения различных типов моделей, используемых при анализе СМО (ПК-4);

уметь:

- использовать полученные знания для планирования и анализа СМО (ОПК-2);
- идентифицировать проблему и выбрать соответствующую модель и программное обеспечение, грамотно интерпретировать результаты моделирования (ПК-4);

владеть:

- математическими методами и моделями, с помощью которых анализируются СМО (ОПК-2);
- методами проектирования СМО программными средствами, на примере MathCad. (ПК-4);

3. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина *Б1.В.ДВ.04.01 «Теория систем массового обслуживания»* реализуется в рамках блока 1 «Дисциплины» вариативной по выбору части.

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 видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Форма обучения	Очная	Заочная
1	2	3
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр – 3 з.е.; всего - 3 з.е.	5 семестр – 1 з.е.; 6 семестр – 2 з.е.; всего - 3 з.е.
Аудиторных (включая контактную работу обучающихся с преподавателем) часов (всего) по учебному плану:		
Лекции (Л)	5 семестр – 18 часов; всего - 18 часов	5 семестр – 2 часа; 6 семестр – 2 часа; всего - 4 часа
Лабораторные занятия (ЛЗ)	5 семестр – 18 часов; всего - 18 часов	5 семестр – 2 часа; 6 семестр – 4 часа; всего - 6 часов
Практические занятия (ПЗ)	учебным планом <i>не предусмотрены</i>	учебным планом <i>не предусмотрены</i>
Самостоятельная работа (СР)	5 семестр – 72 часа; всего - 72 часа	5 семестр – 32 часа; 6 семестр – 66 часов; всего - 98 часа
Форма текущего контроля:		
Контрольная работа	учебным планом <i>не предусмотрены</i>	семестр – 6
Форма промежуточной аттестации:		
Экзамены	учебным планом <i>не предусмотрены</i>	учебным планом <i>не предусмотрены</i>
Зачет	семестр – 5	семестр – 6
Зачет с оценкой	учебным планом <i>не предусмотрены</i>	учебным планом <i>не предусмотрены</i>
Курсовая работа	учебным планом <i>не предусмотрены</i>	учебным планом <i>не предусмотрены</i>
Курсовой проект	учебным планом <i>не предусмотрены</i>	учебным планом <i>не предусмотрены</i>

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

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

Очная форма обучения

№ п/ п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы				Форма промежуточ- ной аттестации и те- кущего контроля
				контактная			СР	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Система массового обслуживания: определение и понятие	36	5	6	6		24	зачет
2	Уравнения Колмогорова	24	5	4	4		16	
3	СМО с отказами: определения и формулы	24	5	4	4		16	
4	СМО с ожиданием (очередью): определение и формулы	24	5	4	4		16	
	Итого:	108		18	18		72	

Заочная форма обучения:

№ п/ п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы				Форма промежуточ- ной аттестации и те- кущего контроля
				контактная			СР	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Система массового обслуживания: определение и понятие	36	5	2	2		32	Учебным планом не предусмотрены
2	Уравнения Колмогорова	24	6	1	1		22	Зачет, контрольная работа
3	СМО с отказами: определения и формулы	24	6	1	1		22	
4	СМО с ожиданием (очередью): определение и формулы	24	6		2		22	
	Итого:	108		4	6		66	

5.2. Содержание дисциплины , структурированное по разделам

5.2.1. Содержание лекционных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Система массового обслуживания: определение и понятие	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	Уравнения Колмогорова	описание Марковского процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем. Правило составления уравнений Колмогорова. Процесс гибели и размножения. Предельные вероятности состояний.
3	СМО с отказами: определения и формулы	Одноканальная система (СМО) с отказами. Многоканальная система (СМО) с отказами. Показатели эффективности СМО с отказами. Примеры
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	Система массового обслуживания: определение и понятие	Моделирования Пуассоновского потока требований
2	Уравнения Колмогорова	Суммирование случайных потоков
3	СМО с отказами: определения и формулы	Исследование СМО с отказами
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

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
	Система массового обслуживания: определение и понятие	Подготовка к зачету	[1]-[6]
		выполнение лабораторных работ	[1]-[7]
	Уравнения Колмогорова	Подготовка к зачету	[1]-[6]
		выполнение лабораторных работ	[1]-[7]
	СМО с отказами: определения и формулы	Подготовка к зачету	[1]-[6]
		выполнение лабораторных работ	[1]-[7]

	СМО с ожиданием (очередью): определение и формулы	Подготовка к зачету	[1]-[6]
		выполнение лабораторных работ	[1]-[7]

Заочная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
	Система массового обслуживания: определение и понятие	Подготовка к зачету	[1]-[6]
		выполнение лабораторных работ	[1]-[7]
		выполнение контрольной работы	[1]-[6], [8]
	Уравнения Колмогорова	Подготовка к зачету	[1]-[6]
		выполнение лабораторных работ	[1]-[7]
		выполнение контрольной работы	[1]-[6], [8]
	СМО с отказами: определения и формулы	Подготовка к зачету	[1]-[6]
		выполнение лабораторных работ	[1]-[7]
		выполнение контрольной работы	[1]-[6], [8]
	СМО с ожиданием (очередью): определение и формулы	Подготовка к зачету	[1]-[6]
		выполнение лабораторных работ	[1]-[7]
		выполнение контрольной работы	[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

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
1	2
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно. Фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; отмечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, отметить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторном занятии.
Лабораторные занятия	Методические указания по выполнению лабораторных работ
Самостоятельная работа / индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам.
Контрольная	Средство проверки умений применять полученные знания для решения

работа	задач определенного типа по теме или разделу
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу.

7. Образовательные технологии

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины.

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

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

Лекция-визуализация - представляет собой визуальную форму подачи лекционного материала средствами ТСО или аудиовидеотехники (видео-лекция). Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов (в виде схем, таблиц, графов, графиков, моделей). Лекция-визуализация помогает студентам преобразовывать лекционный материал в визуальную форму, что способствует формированию у них профессионального мышления за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов.

Лекция обратной связи (лекция-дискуссия). Такой тип лекций рассчитан на стимулирование обучающихся к постоянному рассуждению, изложению собственной точки зрения. В конце лекции проводится подведение итогов, резюмирование сказанного.

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.

Творческое задание – организация обучения, при которой учащиеся приобретают знания в процессе планирования и выполнения практических заданий-проектов.

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 [Электронный ресурс] / В.В. Афонин, С.А. Федосин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 269 с. — 978-5-9963-0352-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52179.html>

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 [Электронный ресурс] : методические указания к семинарским занятиям по дисциплине «Сервисная деятельность» / . — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 24 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://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://edu.aucu.ru>).
8. Лежнина Ю.А. УМП по «Контрольная работа по курсу «Теория систем массового обслуживания»». Астрахань. АГАСУ, 2016 г. — 35 с. (<http://edu.aucu.ru>).

8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения

программное обеспечение

1. Mathcad Education - University Edition;
2. Office Pro+ Dev SL A Each Academic;
3. ApacheOpenOffice;
4. 7-Zip;
5. AdobeAcrobatReader DC;
6. GoogleChrome;
7. Dr.Web Desktop Security Suite;

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

Электронная информационно-образовательная среда Университета, включающая в себя:

8. образовательный портал (<http://edu.aucu.ru>);

системы интернет-тестирования

9. Единый портал интернет-тестирования в сфере образования. Информационно-аналитическое сопровождение тестирования студентов по дисциплинам профессионального образования в рамках проекта «Интернет-тренажеры в сфере образования» (<http://i-exam.ru>).

электронно-библиотечные системы

10. «Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.com/>);

1. «Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru/>)

Электронные базы данных:

11. Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru/>)

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

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Аудитории для лекционных занятий: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, литер А, главный учебный корпус, аудитории №204, 207, 209, 211	№204, главный учебный корпус Комплект учебной мебели Стационарный мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет
		№207, главный учебный корпус Комплект учебной мебели Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет
		№209, главный учебный корпус Комплект учебной мебели Стационарный мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет
		№211, главный учебный корпус Комплект учебной мебели Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет
2	Аудитории для лабораторных занятий: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, литер А, главный учебный корпус, аудитории №207, 209, 211	№207, главный учебный корпус Комплект учебной мебели Компьютеры -16 шт. Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет
		№209, главный учебный корпус Комплект учебной мебели Компьютеры -15 шт. Стационарный мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет
		№211, главный учебный корпус Комплект учебной мебели Компьютеры -16 шт. Проекционный телевизор

		Доступ к сети Интернет
3	Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, литер А, главный учебный корпус, аудитории №207, 209, 211	№209, главный учебный корпус Комплект учебной мебели Компьютеры -15 шт. Стационарный мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет
		№211, главный учебный корпус Комплект учебной мебели Компьютеры -16 шт. Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет
4	Аудитории для текущего контроля и промежуточной аттестации: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, литер А, главный учебный корпус, аудитории №207, 209, 211	№207, главный учебный корпус Комплект учебной мебели Компьютеры -16 шт. Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет
		№209, главный учебный корпус Комплект учебной мебели Компьютеры -15 шт. Стационарный мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет
		№211, главный учебный корпус Комплект учебной мебели Компьютеры -16 шт. Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет
5	Аудитории для самостоятельной работы: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, литер А, главный учебный корпус, аудитории №207, 209, 211	№207, главный учебный корпус Комплект учебной мебели Компьютеры -16 шт. Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет
		№209, главный учебный корпус Комплект учебной мебели Компьютеры -15 шт. Стационарный мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет
		№211, главный учебный корпус Комплект учебной мебели Компьютеры -16 шт. Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет
6	Аудитория для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, литер А, главный учебный корпус, аудитория №8	№8, главный учебный корпус Комплект мебели, мультиметр, паяльная станция, расходные материалы для профилактического обслуживания учебного оборудования, вычислительная и орг.техника на хранении

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).

**Лист внесения дополнений и изменений
в рабочую программу учебной дисциплины**

(наименование дисциплины)

на 20__ - 20__ учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры «Системы автоматизированного проектирования и моделирования»,
протокол № ____ от _____ 20__ г.

Зав. кафедрой

ученая степень, ученое звание

подпись

/ _____ /
И.О. Фамилия

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Составители изменений и дополнений:

ученая степень, ученое звание

подпись

/ _____ /
И.О. Фамилия

ученая степень, ученое звание

подпись

/ _____ /
И.О. Фамилия

Председатель методической комиссии

ученая степень, ученое звание

подпись

/ _____ /
И.О. Фамилия

« ____ » _____ 20__ г.

Аннотация
к рабочей программе дисциплины
«Теория систем массового обслуживания»
по направлению **38.03.01 «Экономика»**
профиль подготовки **«Экономика предприятий и организаций»**,

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.
Форма промежуточной аттестации: зачет

Целью учебной дисциплины «Теория систем массового обслуживания» является формирование знаний, позволяющих обоснованно и результативно применять основные понятия теории массового обслуживания и основные методы построения и исследования моделей систем массового обслуживания.

Задачами дисциплины являются:

- изучение математических методов исследования систем массового обслуживания;
- формирование навыков построения математических моделей и оптимизации систем массового обслуживания различных типов.

Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 «Теория систем массового обслуживания» относится к **вариативной по выбору части Блока 1 «Дисциплины»** и реализуется в рамках данного блока в вариативной части. 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). Примеры. Каналы обслуживания. Потоки заявок, требований. Предмет теории массового обслуживания. Показатели эффективности СМО. Классы СМО. Понятие Марковского случайного процесса. Потоки событий. Пуассоновский поток требований

Раздел 2. Уравнения Колмогорова. Описание Марковского процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем. Правило составления уравнений Колмогорова. Процесс гибели и размножения. Предельные вероятности состояний.

Раздел 3. СМО с отказами: определения и формулы. Одноканальная система (СМО) с отказами. Многоканальная система (СМО) с отказами. Показатели эффективности СМО с отказами. Примеры

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.

Заведующий кафедрой

подпись

И.О.Ф.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине
«Теория систем массового обслуживания»

**ООП ВО по направлению подготовки 38.03.01 «Экономика»,
профиль подготовки «Экономика предприятий и организаций»
по программе бакалавриата**

Л.В. Замаревой (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Теория систем массового обслуживания» ООП ВО по направлению подготовки 38.03.01 «Экономика», по программе *бакалавриата*, разработанной в ГАОУ АО ВО "Астраханский государственный архитектурно-строительный университет", на кафедре систем автоматизированного проектирования и моделирования (разработчик – доцент, к.т.н. Лежнина Ю.А.).

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», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.11.2015 №1327 и зарегистрированного в Минюсте России 30.11.2015 №39906.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ООП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к *вариативной по выбору* части учебного цикла Блок 1 «Дисциплины».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки 38.03.01 «Экономика», профиль подготовки «Экономика предприятий и организаций».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Теория систем массового обслуживания» закреплены две компетенции, которые реализуются в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях *знать, уметь, владеть* соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Учебная дисциплина «Теория систем массового обслуживания» взаимосвязана с другими дисциплинами ООП ВО по направлению подготовки 38.03.01 «Экономика», профиль подготовки «Экономика предприятий и организаций» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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.

Форма промежуточной аттестации знаний *бакалавра*, 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 направления подготовки 38.03.01 «Экономика», профиль подготовки «Экономика предприятий и организаций».

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 38.03.01 «Экономика» и специфике дисциплины «Теория систем массового об-

служивания» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных, методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки **38.03.01 «Экономика»** 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 представляют собой совокупность разработанных кафедрой **«Системы автоматизированного проектирования и моделирование»** материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом, приобретения обучающимися знаний, умений, навыков и компетенций, заявленных в образовательной программе по данному направлению.

Оценочные и методические материалы по дисциплине «Теория систем массового обслуживания» представлены: типовыми вопросами и заданиями к зачету, контрольной работе.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «Теория систем массового обслуживания» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности коммуникативных умений и навыков в сфере профессионального общения.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «Теория систем массового обслуживания» ООП ВО по направлению **38.03.01 «Экономика»**, по программе **бакалавриата**, разработанная *доцентом, к.т.н. Лезжиной Ю.А.* соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки **38.03.01 «Экономика»**, профиль подготовки **«Экономика предприятий и организаций»**.

Рецензент:
Заместитель директора операционного офиса
«Территориальный офис Астраханский»
Южного филиала ПАО РОСБАНК


(подпись) Т.В. Замараева /
И.О.Ф.



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

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
/ И.Ю. Петрова/
(подпись) И. О. Ф.
« 25 » 2017 г.

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)

По профилю подготовки

«Экономика предприятий и организаций»

(указывается наименование профиля в соответствии с ООП)

Кафедра системы автоматизированного проектирования и моделирования

Квалификация (степень) выпускника *бакалавр*

Астрахань – 2017

Разработчики:

Доцент, к.т.н.

(занимаемая должность,
учёная степень и учёное звание)


(подпись)

/Ю.А. Лежнина/

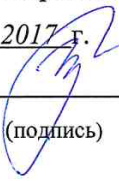
И. О. Ф.

Оценочные и методические материалы разработаны для учебного плана 20 17 г.

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

протокол № 10 от 25 05 2017 г.

Заведующий кафедрой


(подпись)

/ И.Ю. Петрова /

И. О. Ф.

Согласовано:

Председатель МКН «Экономика»

Профиль «Экономика предприятий и организаций»

 / И.И. Потапова /

(подпись)

И. О. Ф.

Начальник УМУ


(подпись)

И. О. Ф.

Специалист УМУ


(подпись)

И. О. Ф.

Содержание

1. Оценочные и методические материалы для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля 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
2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы.....	8
3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций	10

1. Оценочные и методические материалы для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля 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
ОПК – 2- способностью осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения профессиональных задач.	Знать: основы теории массового обслуживания, методы определения операционных характеристик марковских СМО	X	X	X	X	Зачет, вопросы 1-9
	Уметь: использовать полученные знания для планирования и анализа СМО	X	X	X	X	Контрольная работа
	Владеть: математическими методами и моделями, с помощью которых анализируются СМО	X	X	X	X	Контрольная работа
ПК – 4 – способностью на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты	Знать: возможности, ограничения и сферу применения различных типов моделей, используемых при анализе СМО	X	X	X	X	Зачет, вопросы 10-21
	Уметь: идентифицировать проблему и выбрать соответствующую модель и программное обеспечение, грамотно интерпретировать результаты моделирования	X	X	X	X	Контрольная работа
	Владеть: методами проектирования СМО программными средствами, на примере MathCad	X	X	X	X	Контрольная работа

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

1.2.1. Перечень оценочных средств текущей формы контроля

Наименование оценочного сред- ства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3
Контрольная ра- бота	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач опреде- ленного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по ва- риантам

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
ОПК – 2- способностью осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения профессиональных задач.	Знает: основы теории массового обслуживания, методы определения операционных характеристик марковских СМО (ОПК-2)	Обучающийся не знает и не понимает основы теории массового обслуживания, методы определения операционных характеристик марковских СМО.	Обучающийся знает основы теории массового обслуживания, методы определения операционных характеристик марковских СМО в типовых ситуациях.	Обучающийся знает и понимает основы теории массового обслуживания, методы определения операционных характеристик марковских СМО в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает и понимает основы теории массового обслуживания, методы определения операционных характеристик марковских СМО в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
	Умеет: использовать полученные знания для планирования и анализа СМО (ОПК-2).	Обучающийся не умеет использовать полученные знания для планирования и анализа СМО.	Обучающийся умеет использовать полученные знания для планирования и анализа СМО в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет использовать полученные знания для планирования и анализа СМО в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет использовать полученные знания для планирования и анализа СМО в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
	Владеет: математическими методами и моделями, с помощью которых анализируются СМО (ОПК-2)	Обучающийся не владеет математическими методами и моделями, с помощью которых анализируются СМО.	Обучающийся владеет математическими методами и моделями, с помощью которых анализируются СМО в типовых ситуациях.	Обучающийся владеет математическими методами и моделями, с помощью которых анализируются СМО в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся владеет математическими методами и моделями, с помощью которых анализируются СМО в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
ПК – 4 – способностью на	Знает: возможности, ограничения и	Обучающийся не знает и не понимает	Обучающийся знает	Обучающийся знает и понимает	Обучающийся знает и понимает

основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты	сферу применения различных типов моделей, используемых при анализе СМО (ПК-4)	возможности, ограничения и сферу применения различных типов моделей, используемых при анализе СМО.	ничения и сферу применения различных типов моделей, используемых при анализе СМО в типовых ситуациях.	ограничения и сферу применения различных типов моделей, используемых при анализе СМО в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	применения различных типов моделей, используемых при анализе СМО в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
	Умеет идентифицировать проблему и выбрать соответствующую модель и программное обеспечение, грамотно интерпретировать результаты моделирования (ПК-4).	Обучающийся не умеет идентифицировать проблему и выбрать соответствующую модель и программное обеспечение, грамотно интерпретировать результаты моделирования.	Обучающийся умеет идентифицировать проблему и выбрать соответствующую модель и программное обеспечение, грамотно интерпретировать результаты моделирования в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет идентифицировать проблему и выбрать соответствующую модель и программное обеспечение, грамотно интерпретировать результаты моделирования в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет идентифицировать проблему и выбрать соответствующую модель и программное обеспечение, грамотно интерпретировать результаты моделирования в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
	Владеет методами проектирования СМО программными средствами, на примере MathCad (ПК-4)	Обучающийся не владеет методами проектирования СМО программными средствами, на примере MathCad.	Обучающийся владеет методами проектирования СМО программными средствами, на примере MathCad в типовых ситуациях.	Обучающийся владеет методами проектирования СМО программными средствами, на примере MathCad в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся владеет методами проектирования СМО программными средствами, на примере MathCad в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.

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 результатов освоения образовательной программы

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:

2.1. зачет

а) типовые вопросы:

Знать (ОПК-2):

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

Знать (ПК-4):

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
21. Показатели эффективности СМО с ожиданием. Примеры.

б) 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.

А) типовые вопросы (задания) (приложение 1):

Уметь (ОПК-2, ПК-4), Владеть (ОПК-2, ПК-4):

б) критерии оценивания.

Выполняется в письменной форме. При оценке работы студента учитывается:

1. Правильность оформления контрольной работы (реферата, доклада, эссе и т.д.)
2. Уровень сформированности компетенций.
3. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
4. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
5. Логика, структура и грамотность изложения письменной работы.
6. Умение связать теорию с практикой.
7. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
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	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
6	Не зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Поскольку учебная дисциплина призвана формировать несколько дескрипторов компетенций, процедура оценивания реализуется поэтапно:

1-й этап: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными матрицей компетенций ООП (приложение к ООП). Экспертной оценке преподавателя подлежат уровни сформированности отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля или промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения по дисциплине.

2-этап: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Характеристика процедур текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Виды вставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1.	Зачет	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По шкале зачтено/незачтено	Ведомость, зачетная книжка, учебная карточка, портфолио
2.	Контрольная работа	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По шкале зачтено/незачтено	Журнал успеваемости преподавателя

Типовые задания к контрольной работе «Расчет систем массового обслуживания».

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 $\bar{q}$.

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 способно-

сти. Построить размеченный граф состояний системы.

$$1. k = 4, \quad t = 80, \quad s = 2,$$

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 λ [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 λ [1/час]. Среднее время обслужи-

вания заявки равно t [мин]. Время обслуживания распределено по показательному закону. Определить:

- а) существует ли стационарный режим работы СМО;
- б) среднее число заявок, находящихся в СМО;
- в) среднее время пребывания заявки в СМО;
- г) вероятность того, что все каналы заняты;
- д) 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 λ [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:

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

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

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

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

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

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

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

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

- а) абсолютную пропускную способность СМО;
- б) среднее число заявок в очереди;
- в) 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 λ [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. $n = 3$; $\lambda = 10$; $t = 15$; $t_{\text{ж}} = 12$. 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. $n = 3$; $\lambda = 8$; $t = 30$; $t_{\text{ж}} = 10$. Определить:

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

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

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

7. $n = 3$; $\lambda = 6$; $t = 20$; $t_{\text{ж}} = 12$. 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. $n = 4$; $\lambda = 12$; $t = 12$; $t_{\text{ж}} = 6$. 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. $n = 3$; $\lambda = 15$; $t = 12$; $t_{\text{ж}} = 5$. Определить:

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

10. $n = 4$; $\lambda = 10$; $t = 12$; $t_{\text{ж}} = 3$. 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 застает 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, застает 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 предель-

ные 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.