МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория массового обслуживания

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **ЭМИС, Кафедра экономической математики, информатики и статистики**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	12	часов
2	Практические занятия	24	24	часов
3	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
4	Самостоятельная работа	144	144	часов
5	Всего (без экзамена)	180	180	часов
6	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Дифференцированный зачет: 1 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 30155

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от «21» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭМИС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. ЭМИС	_____	С. И. Колесникова
Заведующий обеспечивающей каф. ЭМИС	_____	И. Г. Боровской

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФВС	_____	Л. А. Козлова
Заведующий выпускающей каф. ЭМИС	_____	И. Г. Боровской

Эксперты:

доцент кафедры ЭМИС томския государственный университет систем управления и радиоэлектроники	_____	Е. А. Шельмина
Заведующий кафедрой экономической математики, информатики и статистики (ЭМИС)	_____	И. Г. Боровской

Согласована на портале № 30155

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Знакомство с математическими основами теории массового обслуживания, о различных моделях и форм обслуживания и обслуживающих систем;

выработка у студентов навыков применения перспективных методов исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий;

развитие способности совершенствования и развития интеллектуального и общекультурного уровня.

1.2. Задачи дисциплины

– 1) развитие у студентов навыков анализа типовых показательных (экспоненциальных) моделей для получения корректного результата при решении практических задач на основе мирового уровня вычислительной техники и информационных технологий;

– 2) развитие у студентов умения моделировать процессы и явления из области их будущей деятельности.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория массового обслуживания» (Б1.В.ОД.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа (рассред.), Структуры и алгоритмы обработки данных.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-1 способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень;

– ПК-7 применением перспективных методов исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные понятия теории массового обслуживания (ТМО): случайном процессе и его марковости, простейшем потоке, потоке Эрланга; метод нахождения стационарного решения в задаче массового обслуживания; предельные теоремы теории массового обслуживания.

– **уметь** вычислять вероятности случайных событий; находить числовые характеристики «типовых» классических систем массового обслуживания (СМО) показатели эффективности СМО с отказом и с ожиданием, системы с ограниченной очередью, замкнутых систем; моделировать непрерывные и дискретные случайные величины; формализовывать практические объекты исследования как объекты ТМО.

– **владеть** составлять уравнения Колмогорова; находить предельные вероятности в классических задачах ТМО; сопоставлять графы классическим моделям ТМО; анализировать с помощью графов реальные задачи.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Аудиторные занятия (всего)	36	36
Лекции	12	12

Согласована на портале № 30155

Практические занятия	24	24
Самостоятельная работа (всего)	144	144
Выполнение индивидуальных заданий	144	144
Всего (без экзамена)	180	180
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр					
1 Математические основы теории массового обслуживания.	2	6	36	44	ОК-1, ПК-7
2 Классические модели систем массового обслуживания	8	14	70	92	ОК-1, ПК-7
3 Сети систем массового обслуживания	2	4	38	44	ОК-1, ПК-7
Итого за семестр	12	24	144	180	
Итого	12	24	144	180	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Математические основы теории массового обслуживания.	Предмет теории массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания. Основы марковских процессов. Простейший поток событий. Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности состояний.	2	ОК-1, ПК-7
	Итого	2	
2 Классические модели систем массового обслуживания	Система массового обслуживания с отказами.Система массового обслуживания с ожиданием и неограниченной очередью.Система массового обслуживания с ожиданием и с ограничением по длине очереди.	8	ОК-1, ПК-7
	Итого	8	

Согласована на портале № 30155

3 Сети систем массового обслуживания	Сложность расчета сетей. Примеры сетей систем массового обслуживания. Характеристики экспоненциальных сетей.	2	ОК-1, ПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		12	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин		
	1	2	3
Последующие дисциплины			
1 Научно-исследовательская работа (рассред.)	+		
2 Структуры и алгоритмы обработки данных	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ОК-1	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест, Дифференцированный зачет, Отчет по практическому занятию
ПК-7	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест, Дифференцированный зачет, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 30155

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Математические основы теории массового обслуживания.	Практическое задание 1. Пуассоновский поток.Практическое задание 2. Суммарный пуассоновский поток.	6	ОК-1
	Итого	6	
2 Классические модели систем массового обслуживания	Практическое задание 3. Одноканальная СМО с отказами.Практическое задание 4. Одноканальная СМО с ожиданием и ограниченной очередью.Практическое задание 5. Многоканальная СМО с отказами.Практическое задание 6. Многоканальная СМО с неограниченной очередью.Практическое задание 7. Многоканальная СМО с ограниченной очередью.	14	ОК-1, ПК-7
	Итого	14	
3 Сети систем массового обслуживания	Практическое задание 8: Сети систем массового обслуживания-1.Экспоненциальные (показательные) модели сетей массового обслуживания.Практическое задание 9: Сети систем массового обслуживания-2.	4	ОК-1, ПК-7
	Итого	4	
Итого за семестр		24	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				
1 Математические основы теории массового обслуживания.	Выполнение индивидуальных заданий	36	ОК-1, ПК-7	Дифференцированный зачет, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Итого	36		
2 Классические модели систем массового обслуживания	Выполнение индивидуальных заданий	70	ОК-1, ПК-7	Дифференцированный зачет, Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Итого	70		
3 Сети систем массового	Выполнение индивиду-	38	ОК-1,	Домашнее задание,

Согласована на портале № 30155

обслуживания	альных заданий		ПК-7	Конспект самоподготовки, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Итого	38		
Итого за семестр		144		
Итого		144		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
1 семестр				
Домашнее задание	15	15		30
Конспект самоподготовки	10	10		20
Опрос на занятиях	10	20	20	50
Итого максимум за период	35	45	20	100
Нарастающим итогом	35	80	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)

Согласована на портале № 30155

2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения : Учебное пособие для втузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2003. - 427 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 28 экз.)
2. Теория вероятностей и ее инженерные приложения : Учебное пособие для вузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2003. - 458. (наличие в библиотеке ТУСУР - 48 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Вентцель Е.С.,Овчаров Л.А. Задачи и упражнения по теории вероятностей : Учебное пособие для втузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - 6-е изд., стереотип. - М. : Академия, 2005. (наличие в библиотеке ТУСУР - 99 экз.)
2. В. Е. Гмурман Теория вероятностей и математическая статистика : Учебное пособие для вузов / В. Е. Гмурман ; Министерство образования и науки Российской Федерации. - 12-е изд., перераб. - М. : Высшее образование, 2006. – 478с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)
3. Туганбаев, А.А. Теория вероятностей и математическая статистика. [Электронный ресурс] / А.А. Туганбаев, В.Г. Крупин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 320 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/652#book_name, дата обращения: 08.06.2018.
4. Математические основы теории систем: Учебное пособие / Карпов А. Г. - 2016. 230 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6266, дата обращения: 08.06.2018.
5. Математические основы теории систем: Учебное пособие / Карпов А. Г. - 2013. 318 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6242, дата обращения: 08.06.2018.

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория массового обслуживания: Методические указания к практическим занятиям / Колесникова С. И., Костелей Я. В. - 2018. 30 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7473, дата обращения: 08.06.2018.
2. Теория массового обслуживания: Методические указания к самостоятельной работе / Колесникова С. И. - 2018. 23 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7480, дата обращения: 08.06.2018.
3. Теория массового обслуживания: Учебное пособие / Козлов В. Г. - 2012. 57 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1275, дата обращения: 08.06.2018.

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Согласована на портале № 30155

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. http://www.intuit.ru/department/mathematics/ptams/lit.html
2. http://www.exponenta.ru/Теории вероятностей
3. http://www.math-portal.ru/ycebnikiteorver
4. http://www.MatBuro.ru/Учебник по теории вероятностей
5. http://www.teorver-online.narod.ru
6. https://e.lanbook.com/book/10921

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 424 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- ПЭВМ (Intel Pentium G3440, 3 G, 4 Gb RAM) (12 шт.);
- Магнито-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- Google Chrome
- Microsoft Office 95
- Microsoft Windows 7 Pro

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

Согласована на портале № 30155

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Формула Литтла:

1) дает математическое ожидание числа обслуженных заявок в СМО;

2) связывает среднее число событий, поступивших на наблюдаемом интервале и обслуженных.

3) дает формулу для интенсивности входящего потока;

4) связывает среднее число требований в системе и среднее время пребывания заявки в системе: среднее число требований в системе равно произведению интенсивности входного потока на среднее время пребывания заявки в системе.

2. Технологическая система (участок) S состоит из двух станков, каждый из которых в случайный момент времени может выйти из строя (отказать), после чего мгновенно начинается ремонт узла, тоже продолжающийся заранее неизвестное, случайное время. Возможны следующие состояния системы:

S0 - оба станка исправны;

S1 - первый станок ремонтируется, второй исправен;

S2 - второй станок ремонтируется, первый исправен;

S3 - оба станка ремонтируются.

Нарисуйте граф состояний и дайте ответ на вопрос о типе СМО:

1) 1-канальная СМО с отказами;

2) 1-канальная СМО без отказов;

3) СМО со взаимопомощью;

4) замкнутая СМО.

3. Дисплейный зал имеет 5 дисплеев. Поток пользователей простейший. Пользователи терпеливо ждут освободившееся место (дисплей), если есть свободные места для посетителей, в про-

Согласована на портале № 30155

тивном случае уходят. Время обработки информации одним пользователем на одном дисплее распределено по показательному закону. Данная СМО

1) относится к классу многоканальных систем с отказами;
2) относится к классу многоканальных систем с ограниченной очередью;
3) относится к классу многоканальных систем с неограниченной очередью.
4) относится к классу сетей СМО.;
4. Уравнения Колмогорова описывают

1) вероятности появления двух или более событий в течение элементарного интервала времени t;
2) распределение числа n событий попадающих на любой интервал t;
3) вероятности того, что на интервале времени t не появится ни одного события:
4) вероятности изменения состояний СМО во времени.
5. Сеть называется экспоненциальной, если

1) входящие потоки требований в каждую СМО пуассоновские, а времена каждого этапа обслуживания, реализуемого на любой СМО сети, имеют нормальное распределение.
2) входящие потоки требований в каждую СМО нормальные, а времена каждого этапа обслуживания, реализуемого на любой СМО сети, имеют экспоненциальное распределение.
3) входящие потоки требований в каждую СМО равномерные, а времена каждого этапа обслуживания, реализуемого на любой СМО сети, имеют экспоненциальное распределение.
4) входящие потоки требований в каждую СМО пуассоновские, а времена каждого этапа обслуживания, реализуемого на любой СМО сети, имеют экспоненциальное распределение.
6. Информационные технологии, используемые для решения задач ТМО
1) Специализированные пакеты для моделирования и решения задач ТМО, также любые инструменты разработки программных средств
2) Приложение Access
3) Приложение PowerPoint
4) Приложение Word
7. Дайте определение понятию «пуассоновский поток»
1) Число n событий такого потока, выпадающих на интервал x, распределено по закону Пуассона:
2) Входной поток в любой СМО
3) Выходной поток в любой СМО
4) Число n событий такого потока, выпадающих на интервал x, распределено по закону биномиальному
8. Дайте определение понятию «ординарный поток»
1) вероятность появления двух или более событий в течение малого интервала времени t есть величина бесконечно малая
2) число событий любого интервала времени (t, t + x) не зависит от числа событий на любом другом непересекающемся с нашим (t, t + x) интервале времени
3) все заявки потока с точки зрения обслуживания являются равноправными с точки зрения моментов их поступления
любой поток в СМО
4) любой поток в СМО.
9. Относительная пропускная способность это

1) среднее число заявок, обслуживаемых в единицу времени
2) общее число заявок, обслуженных в СМО
3) средняя доля заявок, обслуживаемых системой, относительно общего числа поступивших заявок в СМО
4) среднее число заявок, поступивших в единицу времени.
10. Основная задача, которая ставится перед ТМО:

Согласована на портале № 30155

1) Расчет (экономических) показателей эффективности СМО

2) Расчет вредоносного влияния на окружающую среду конкретной СМО

3) Расчет радиохимической активности СМО

4) Расчет общего времени работы СМО

11. Стационарный поток это

1) Поток (заявок) стационарен, если вероятность появления n событий на интервале времени (t, t + x) не зависит от времени t.

2) Любой входной поток системы массового обслуживания

3) Любой выходной поток системы массового обслуживания

4) Поток (заявок) стационарен, если вероятность появления n событий на интервале времени (t, t + x) зависит от времени t.

12. Для простейшего потока интервал времени между появлениями событий подчиняется

1) нормальному распределению

2) показательному распределению

3) любому распределению

4) равномерному распределению

13. Каналы обслуживания - это

1) вероятности состояний системы

2) заявки, приходящие на обслуживание

3) обслуживающие приборы

4) заявки, поступающие на обслуживание

14. В СМО с отказами

1) заявка, пришедшая в момент, когда все каналы заняты, не уходит, а ожидает некоторое время возможности быть обслуженной

2) заявка, поступившая в момент, когда все каналы заняты, получает отказ, покидает СМО

3) заявка, поступившая в момент, когда все каналы заняты, становится в очередь

4) для заявки, поступившей в момент, когда все каналы заняты, открывается новый канал обслуживания

15. В СМО с очередью

1) заявка, поступившая в момент, когда все каналы заняты, получает отказ, покидает СМО и опять возвращается на ее вход

2) заявка, пришедшая в момент, когда все каналы заняты, становится в очередь и ожидает возможности быть обслуженной

3) любая заявка, пришедшая в СМО, всегда сначала становится в очередь

4) заявка, поступившая в момент, когда все каналы заняты, сразу покидает СМО

16. Уравнения Колмогорова описывают

1) вероятности отказа в обслуживании

2) вероятности состояний СМО во времени

3) распределение числа n событий попадающих на любой интервал z

4) вероятности того, что на интервале времени z не появится ни одного события.

17. Сеть СМО это

1) совокупность конечного числа обслуживающих узлов, в которой циркулируют заявки, переходящие в соответствии с матрицей переходов из одного узла в другой. Узел всегда является отдельной СМО.

2) любая компьютерная сеть, обслуживающая СМО.

3) любая компьютерная сеть, обслуживающая приборы СМО.

4) совокупность бесконечного числа обслуживающих узлов

18. В системе наступают события в среднем через t. час. Значение параметра пуассоновского потока наступления событий равно

1) lambda=1/t

2) lambda=t

3) lambda=1-t

4) lambda=1+t

Согласована на портале № 30155

19. Для решения каких задач применяется ТМО?

1) Экономические

2) Физико-технические

3) Химические

4) Исторические

20. Дайте определение понятию «пуассоновский поток»

1) Число n событий такого потока, выпадающих на интервал x, распределено по закону Пуассона:

2) Входной поток в любой СМО

3) Выходной поток в любой СМО

4) Число n событий такого потока, выпадающих на интервал x, распределено по закону биномиальному

14.1.2. Темы индивидуальных заданий

РАЗДЕЛ 1: Математические основы теории массового обслуживания

ТЕКСТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Вариант.1.1

Зал в парикмахерской рассчитан на 5 мест. Поток пользователей простейший. Среднее число клиентов, посещающих зал за сутки, равно 40. Время работы одного мастера, затраченное на одного клиента распределено по показательному закону и составляет в среднем 20 минут. Определить, существует ли стационарный режим работы зала; вероятность того, что клиент застанет всех мастеров занятыми; среднее число клиентов в зале; среднее число клиентов в очереди; среднее время ожидания свободного мастера; среднее время пребывания клиентов в зале.

Вариант 1.2.

В двухканальную систему массового обслуживания (СМО) с отказами поступает стационарный пуассоновский поток заявок. Время между поступлениями двух последовательных заявок распределено по показательному закону с параметром $\lambda=5$ заявок в минуту. Длительность обслуживания каждой заявки равна 0,5 мин. Методом Монте-Карло найти среднее число обслуженных заявок за время 4 мин. Указание: провести три испытания.

Вариант 1.3

Зал в аэропорту рассчитан на 150 мест. Поток пассажиров простейший. Среднее число пассажиров, посещающих зал за сутки, равно 2540. Время занятости одного места распределено по показательному закону и составляет в среднем 40 минут. Определить, существует ли стационарный режим работы зала; вероятность того, что пассажир застанет все места занятыми; среднее число пассажиров в зале; среднее число пассажиров в очереди; среднее время ожидания свободного места; среднее время пребывания пассажиров в зале.

Вариант 1.4.

В двухканальную систему массового обслуживания (СМО) с отказами поступает стационарный пуассоновский поток заявок. Время между поступлениями двух последовательных заявок распределено по показательному закону с параметром $\lambda=10$ заявок в минуту. Длительность обслуживания каждой заявки равна 1 мин. Методом Монте-Карло найти среднее число обслуженных заявок за время 8 мин. Указание: провести три испытания.

Вариант 1.5.

В двухканальную систему массового обслуживания (СМО) с отказами поступает стационарный пуассоновский поток заявок. Время между поступлениями двух последовательных заявок распределено по показательному закону с параметром $\lambda=15$ заявок в минуту. Длительность обслуживания каждой заявки равна 1,5 мин. Методом Монте-Карло найти среднее число обслуженных заявок за время 10 мин. Указание: провести три испытания.

РАЗДЕЛ 2: Классические модели систем массового обслуживания

ТЕКСТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Согласована на портале № 30155

Вариант 2.1. Два рабочих обслуживают 6 станков. Станок требует наладки в среднем каждые полчаса. Наладка занимает у рабочего в среднем 10 мин.

Все потоки событий – простейшие.

Определить характеристики СМО: среднее число занятых рабочих; абсолютную пропускную способность; среднее число неисправных станков.

Установить, улучшатся ли характеристики СМО, если рабочие будут налаживать станки совместно, тратя вдвоем на наладку одного станка в среднем 5 мин.

Вариант 2.2. В двухканальную систему массового обслуживания (СМО) с отказами поступает стационарный пуассоновский поток заявок. Время между поступлениями двух последовательных заявок распределено по показательному закону с параметром $\lambda=5$ заявок в минуту. Длительность обслуживания каждой заявки равна 0,5 мин. Найти среднее число обслуженных заявок за время 4 мин. Построить граф состояний системы. Найти вероятности состояний системы и характеристики (показатели эффективности) данной СМО.

Вариант 2.3. Железнодорожная касса имеет 2 окошка, в каждом из которых продаются билеты в 2 пункта: Ленинград и Киев. Потоки пассажиров, приобретающих билеты в Ленинград и Киев одинаковы по интенсивности, которая равна 0,45 пассажиров/мин. Среднее время обслуживания пассажира (продажи ему билета) – 2мин.

Поступило рационализаторское предложение: для уменьшения очередей (в интересах пассажиров) сделать обе кассы специализированными: в первой продавать билеты только в Ленинград, а во второй - только в Киев. Считая все потоки событий простейшими, проверить разумность этого предложения.

Вариант 2.4. Механическая мастерская завода с тремя постами выполняет ремонт малой механизации. Поток неисправных механизмов, прибывающих в мастерскую, -пуассоновский и имеет интенсивность $l = 2.5$ механизма в сутки, среднее время ремонта одного механизма распределено по показательному закону и равно 0.5 сут. Другой мастерской на заводе нет, очередь перед мастерской может расти практически неограниченно. Требуется вычислить следующие предельные значения вероятностных характеристик системы:

вероятности состояний системы;

среднее число заявок в очереди на обслуживание;

среднее число находящихся в системе заявок;

среднюю продолжительность пребывания заявки в очереди;

среднюю продолжительность пребывания заявки в системе.

Вариант 2.5. В 4-х канальную систему массового обслуживания (СМО) с отказами поступает стационарный пуассоновский поток заявок. Время между поступлениями двух последовательных заявок распределено по показательному закону с параметром $\lambda=10$ заявок в минуту. Длительность обслуживания каждой заявки равна 1 мин. Найти среднее число обслуженных заявок за время 8 мин.

РАЗДЕЛ 3: Сети систем массового обслуживания

ТЕКСТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Варианты 3.1-3.5.

Заданы матрицы вероятностей перехода (см. методическое пособие по СРС) дискретной цепи Маркова из i-го состояния в j-ое за один шаг (i, j=1, 2). Распределение вероятностей по состояниям в начальный момент t=0 определяется вектором =(0,1; 0,9). Найти:

1) матрицу P2 перехода цепи из состояния i в состояние j за два шага;

2) распределение вероятностей по состояниям в момент t=2;

3) вероятность того, что в момент t=1 состоянием цепи будет P2;

4) стационарное распределение.

Согласована на портале № 30155

14.1.3. Темы домашних заданий

1. Привести содержательные примеры для типов СМО : одноканальные с очередью, многоканальные с отказами, многоканальные с очередью, одноканальные без отказов; многоканальные без отказов; СМО со взаимопомощью; замкнутые СМО.

2. Сформулируйте показатели эффективности СМО. Приведите примеры экономических критериев качества работы СМО.

3. Принцип конструирования графов и составления по ним уравнений Колмогорова для стационарных состояний.

4. Привести содержательные примеры для сетей СМО.

5. Вывод вероятностей стационарных состояний из уравнений Колмогорова для типовых СМО.

14.1.4. Вопросы на самоподготовку

Входящий поток заявок, выходящий поток заявок, простейший поток, пуассоновский поток: дать определения.

Дайте классификацию систем массового обслуживания, в которых входящий-выходящий потоки - пуассоновские.

Какие свойства имеет пуассоновский поток? Почему он удобен для проведения анализа работы СМО?

Чем сети систем массового обслуживания отличаются от отдельных СМО? Какие сети называют показательными?

Показать на примере граф состояний и вывод уравнений Колмогорова для СМО типов: <M/M/1/m>, <M/M/s/0>, <M/M/s/m>, <M/M/1/∞>.

14.1.5. Темы опросов на занятиях

Граф, вывод уравнений Колмогорова, получение основных показателей для СМО с отказами в стационарном режиме.

Граф, вывод уравнений Колмогорова, получение основных показателей для СМО без отказов в стационарном режиме.

Граф, вывод уравнений Колмогорова, получение основных показателей для СМО замкнутой в стационарном режиме.

Граф, вывод уравнений Колмогорова, получение основных показателей для СМО со взаимопомощью в стационарном режиме.

14.1.6. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Практическое задание 1. Пуассоновский поток.

Практическое задание 2. Суммарный пуассоновский поток.

Практическое задание 3. Одноканальная СМО с отказами.

Практическое задание 4. Одноканальная СМО с ожиданием и ограниченной очередью.

Практическое задание 5. Многоканальная СМО с отказами.

Практическое задание 6. Многоканальная СМО с неограниченной очередью.

Практическое задание 7. Многоканальная СМО с ограниченной очередью.

14.1.7. Вопросы дифференцированного зачета

Вопрос 1.

1. Общее описание систем массового обслуживания.

1.1. Предмет теории массового обслуживания.

1.2. Входящий поток заявок.

1.3. Время обслуживания.

1.4. Дисциплина обслуживания.

1.5. Классификация систем массового обслуживания.

Вопрос 2.

2. Основные характеристики некоторых моделей систем массового обслуживания

2.1. Система массового обслуживания с отказами.

2.2. Система массового обслуживания с ожиданием и неограниченной очередью.

2.3. Система массового обслуживания с ожиданием и с ограничением по длине очереди.

Вопрос 3.

Согласована на портале № 30155

Стационарные характеристики. Условие существования стационарного режима. Вид уравнений Колмогорова и принцип составления.

Вопрос 4.

Сети систем массового обслуживания. Прохождение заявок через несколько систем массового обслуживания.

Вопрос 5.

Граф состояний и вывод уравнений Колмогорова для СМО типов: <M/M/1/m>.

Вопрос 6.

Граф состояний и вывод уравнений Колмогорова для СМО типов: <M/M/s/0>.

Вопрос 7.

Граф состояний и вывод уравнений Колмогорова для СМО типов: <M/M/1/∞>.

Вопрос 8.

Граф состояний и вывод уравнений Колмогорова для СМО типов: <M/M/s/m>.

Вопрос 9.

Граф состояний и вывод уравнений Колмогорова для СМО со взаимопомощью

Вопрос 10.

Сети систем массового обслуживания. Принцип расчета сетей.

Вопрос 11.

Принцип вывода формул Литтла.

Вопрос 12.

Дать определения понятиям:

1. Абсолютная пропускная способность СМО,
2. Относительная пропускная способность СМО

Вычислить эти характеристики для простейших СМО.

Вопрос 13. Рассчитать характеристики СМО типа <M/M/s/0>.

Вопрос 14.

Рассчитать характеристики СМО типа <M/M/1/∞>.

Вопрос 15.

Основные экономические показатели эффективности СМО

Вопрос 16.

Оценка экономической эффективности СМО типа <M/M/s/0>.

Вопрос 17.

Оценка экономической эффективности СМО типа <M/M/s/∞>.

Вопрос 18.

Рассчитать характеристики СМО замкнутого типа .

Вопрос 19.

Рассчитать характеристики СМО типа двухканальной СМО с отказами.

Вопрос 20.

Рассчитать характеристики СМО трехканальной СМО с отказами.

14.1.8. Методические рекомендации

Для выполнения практических заданий рекомендуется изучить руководство для самостоятельной работы к каждому заданию, где находится пошаговая инструкция к их выполнению. Реализация практических заданий может быть осуществлена в любом инженерном пакете (MathLab, MathCad, ..., Excel).

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями	Тесты, письменные самостоятельные	Преимущественно письменная

Согласована на портале № 30155

слуха	работы, вопросы к зачету, контрольные работы	проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 30155