



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.02.08 ТЕОРИЯ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

Направление подготовки: *09.04.01 Информатика и вычислительная техника*
Направленность (профиль): *Прикладные информационные системы и технологии*
Квалификация (степень): *магистр*
Форма обучения: *очная*

Институт: *математики, естествознания и техники*
Кафедра: *математического моделирования, компьютерных технологий и информационной безопасности*

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	2		
Семестр/триместр	3		
Лекции	-		
Лабораторные занятия	12		
Практические (семинарские) занятия	12		
в т.ч. практическая подготовка			
Консультации			
Форма(ы) промежуточной аттестации	Экзамен - 0,3		
Контроль	9		
Иные формы работы	-		
Самостоятельная работа	74.7		

Всего часов: 108

Трудоемкость: 3 зачетных единицы.

Разработчик(и) рабочей программы:

Доктор физико-математических наук, доцент О.Н. Масина

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины: формирование у магистров теоретических знаний и практических навыков моделирования с помощью ЭВМ систем массового обслуживания, вычисления и анализа их операционных характеристик, формирование представления о современном состоянии и проблемах теории массового обслуживания.

Задачи изучения дисциплины:

- сформировать навыки решения задач теории массового обслуживания;
- знать основные области и задачи применения систем массового обслуживания (СМО);
- научить магистров использовать в своей практической деятельности математический аппарат теории массового обслуживания;
- привить магистрам умение ориентироваться в методах решения задач массового обслуживания.

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках базовой (обязательной) части блока Б1. Дисциплины (модули).

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знать: <ul style="list-style-type: none"> - методы представления и описания результатов проектной деятельности; - методы, критерии и параметры оценки результатов выполнения проекта; - принципы, методы и требования, предъявляемые к проектной работе. 	Знает: <ul style="list-style-type: none"> - литературные источники по разрабатываемой теме с целью их использования при выполнении проекта; - информационные технологии в научных исследованиях, программные продукты, относящиеся к проектной работе, требования к оформлению научно-технической документации; - методы исследования и проведения проекта.
	Уметь: <ul style="list-style-type: none"> - формировать план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения; - организовывать и координировать работу участников проекта, обеспечивать работу команды необходимыми ресурсами. 	Умеет: <ul style="list-style-type: none"> - проводить критический анализ, систематизацию и обобщение научной информации по теме проекта; - выполнять теоретическое или экспериментальное исследование в рамках проекта; - обеспечивать работу команды над проектом.
	Владеть: <ul style="list-style-type: none"> - навыками представления публично результатов проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, 	Владеет: <ul style="list-style-type: none"> - методами и типовыми подходами, применяемыми при представлении проекта; - основными

	статей, выступлений на научно-практических конференциях.	методологическими принципами сравнения результатов проекта; - методами анализа научной и практической значимости результатов проекта, умением корректно доказывать свою позицию в профессиональной дискуссии.
ОПК-1 способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Знать: – математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности.	Знать: – математические и экономические методы в рамках теории массового обслуживания; – области и задачи применения систем массового обслуживания.
	Уметь: – решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.	Уметь: – использовать математический аппарат теории массового обслуживания при решении профессиональных задач.
	Владеть: – навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.	Владеть: – навыки теоретического исследования при решении задач теории массового обслуживания.

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу
Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	Раздел 1. Элементы теории марковских цепей	36.7		6	6	24.7
1	Тема 1. Марковские цепи с конечным числом состояний и дискретным временем	12		2	2	8
2	Тема 2. Марковские цепи с конечным числом состояний и непрерывным временем	12		2	2	8
3	Тема 3. Процесс гибели и размножения	12.7		2	2	8.7
	Раздел 2. Основные понятия теории массового обслуживания	20		2	2	16

4	Тема 4. Системы массового обслуживания и их классификация	10		1	1	8
5	Тема 5. Простейший поток и его свойства	10		1	1	8
	Раздел 3. Марковские системы массового обслуживания	20		2	2	16
6	Тема 6. Основные понятия теории марковских систем массового обслуживания	10		1	1	8
7	Тема 7. Системы массового обслуживания с простейшим входящим потоком и показательным временем обслуживания	10		1	1	8
	Раздел 4. Статистическое моделирование систем массового обслуживания	22		2	2	18
8	Тема 8. Метод Монте–Карло	11		1	1	9
9	Тема 9. Моделирование систем массового обслуживания с использованием метода Монте–Карло	11		1	1	9
	Экзамен	0,3				
	Контроль	9				
	Итого за 3 семестр	108		12	12	74.7
	в т.ч. практическая подготовка					
	ИТОГО:	108		12	12	74.7

Очно-заочная форма обучения (не реализуется)

Заочная форма обучения (не реализуется)

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы, реферата.

Типовой вариант контрольной работы

- Для моделирования очереди менее всего подходит распределение длительности ожидания:
 - равновероятностное;
 - пуассоновское;
 - нормальное;
 - экспоненциальное.
- Пусть автобусы двигаются с интервалом 10 минут. Каково среднее время ожидания транспорта на остановке при наличии одного маршрута:
 - 10 мин;
 - 0 мин;
 - 5 мин;
 - не определено.
- Модель СМО имеет режимы:
 - интенсивный и ожидаемый;
 - входной и выходной;
 - общий и специализированный;
 - стационарный и переходный.

4. Время ожидания в очереди каждого требования ограничено случайной величиной, среднее значение которого t , называется системой массового обслуживания

- A) с потерями, отказами
- B) с ограниченным временем ожидания
- C) с неограниченной длиной очереди
- D) с нахождением в очереди

5. Системой массового обслуживания с отказами является такая система, в которой приходящие для обслуживания требования в случае занятости всех каналов обслуживания

- A) ожидают очереди
- B) не используются
- C) сразу ее покидают
- D) остаются

6. Марковская непрерывная цепь называется однородной, если плотность вероятностей

- A) зависит от очереди
- B) зависит от времени
- C) не зависит от времени
- D) не зависит от потока

7. Система массового обслуживания замкнутая, когда источник находится

- A) вне системы
- B) вне системы и надёжен
- C) в самой системе и надёжен
- D) в самой системе

8. Система массового обслуживания разомкнутая, когда источник находится - вне системы и надёжен

- A) в самой системе и надёжен
- B) в самой системе
- C) вне системы

9. Одноканальные и многоканальные системы массового обслуживания делятся

- A) по числу потоков
- B) по числу каналов
- C) по числу систем
- D) по числу заказов

10. Системами массового обслуживания с ограниченным временем ожидания называются системы,

- A) допускающие очередь, но с ограниченным сроком пребывания каждого требования в ней
- B) у которых возможно появление как угодно длинной очереди требований к обслуживающему устройству
- C) допускающие очередь, но с ограниченным числом мест в ней
- D) у которых требования, поступающие в момент, когда все приборы обслуживания заняты, получают отказ и теряются

11. Системами массового обслуживания с ожиданием называются системы,

- A) у которых требования, поступающие в момент, когда все приборы обслуживания заняты, получают отказ и теряются
 - B) допускающие очередь, но с ограниченным числом мест в ней
 - C) у которых возможно появление как угодно длинной очереди требований к обслуживающему устройству
 - D) допускающие очередь, но с ограниченным сроком пребывания каждого требования в ней
12. Системы массового обслуживания, допускающие очередь, но с ограниченным сроком пребывания каждого требования в ней, называются
- A) системами с потерями, отказами
 - B) системами с ограниченной длиной очереди
 - C) системами с ограниченным временем ожидания
 - D) системами с ожиданием
13. Системы массового обслуживания, у которых возможно появление как угодно длинной очереди требований к обслуживающему устройству, называются
- A) системами с ограниченным временем ожидания
 - B) системами с ожиданием
 - C) системами с потерями, отказами
 - D) системами с ограниченной длиной очереди
14. Какой вид не соответствует признаку системы - ожиданию требования начала обслуживания?
- A) Система массового обслуживания с нахождением в очереди
 - B) Система массового обслуживания с потерями, отказами
 - C) Система массового обслуживания с неограниченной длиной очереди
 - D) Система массового обслуживания с ограниченным временем ожидания
15. Признаком системы массового обслуживания является
- A) ожидание требования очереди обслуживания
 - B) ожидание требования скорости обслуживания
 - C) ожидание требования начала обслуживания
 - D) ожидание требования конца обслуживания
16. Системы, в которых, с одной стороны, возникают массовые запросы (требования) на выполнение каких-либо видов услуг, а, с другой стороны, происходит удовлетворение этих запросов, называются
- A) системами требований
 - B) системами массового обслуживания
 - C) системами последствий
 - D) системами заказов
17. Время, затрачиваемое каждым узлом обслуживания на одно требование, называется
- A) временем исполнения
 - B) временем обслуживания
 - C) временем заказа
 - D) временем пропуска
18. Простейший поток с возможным последствием обладает свойствами
- A) вероятности потока и интенсивности
 - B) стационарности и отсутствия последствия

- С) ординарности и нестационарности
 - Д) стационарности и ординарности
19. К основным характеристикам случайного потока относят
- А) распределение информации и требовательность
 - В) математическое ожидание числа и вероятность
 - С) ведущую функцию и интенсивность
 - Д) среднее число событий и интенсивность
20. Свойство ординарности означает
- А) математическое ожидание числа требований в промежутке $[0, t)$
 - В) практическую невозможность группового поступления требований
 - С) независимость вероятностных характеристик потока от предыдущих событий
 - Д) что с течением времени вероятностные характеристики потока не меняются
 - Е) практическую невозможность группового поступления требований
21. Если для любого числа k требований, поступивших за промежуток времени длиной, вероятность поступления требований зависит только от величины промежутка и не зависит от его расположения на оси времени, то поток можно назвать
- А) стационарным
 - В) стандартным
 - С) стандартизированным
 - Д) стационарным
22. Поток требований обладает таким свойством, как
- А) стационарность
 - В) мобильность
 - С) доступность
 - Д) ординарность
23. Последовательность однородных требований, появляющихся одно за другим в случайные моменты времени, называется
- А) потоком вызова
 - В) потоком заявок
 - С) потоком требований
 - Д) потоком сбоя
24. Отношение вероятности, что за время t произошло два или более событий, и вероятности, что произошло одно событие, стремится к нулю при $t \rightarrow 0$, то поток называется
- А) простым
 - В) явным
 - С) ординарным
 - Д) сложным
25. Характеристикой потока является
- А) интенсивность
 - В) достоверность
 - С) стандартность
 - Д) своевременность

Примерная тематика рефератов

1. Расчет показателей эффективности СМО.
2. Случайные процессы с дискретными состояниями.
3. Потоки событий.
4. Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности состояний.
5. СМО с отказами.
6. СМО с ожиданием (с очередью).
7. Метод статистического моделирования систем массового обслуживания – метод Монте–Карло.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена с использованием следующих оценочных материалов: перечень вопросов к экзамену.

Вопросы к экзамену (3 семестр, очная форма обучения)

1. Принятие решений и математическое моделирование.
2. Цепь Маркова и ее основные свойства.
3. Переходная вероятность (вероятность перехода). Матрица перехода.
4. Однородная цепь Маркова. Граф состояний.
5. Стационарное распределение вероятностей состояний.
6. Предельное распределение вероятностей состояний. Теорема о предельных вероятностях.
7. Непрерывная цепь Маркова. Однородный, ординарный процессы.
8. Плотность вероятности перехода.
9. Интенсивность перехода. Матрица интенсивностей перехода.
10. Система дифференциальных уравнений Колмогорова.
11. Существенные, несущественные, сообщающиеся состояния цепи Маркова.
12. Процесс гибели и размножения.
13. Предмет теории массового обслуживания.
14. Основные понятия: заявки, поток заявок, очередь, канал обслуживания, СМО.
15. Классификация систем массового обслуживания.
16. Показатели эффективности СМО.
17. Простейший поток и его свойства.
18. Свойства пуассоновского потока.
19. Марковские системы массового обслуживания.
20. Математический аппарат теории марковских СМО.
21. Многоканальная СМО с отказами (задача Эрланга).
22. Одноканальная СМО с ограниченной очередью.
23. Одноканальная СМО с неограниченной очередью.
24. Многоканальная СМО с неограниченной очередью.
25. Теоретические основы метода Монте–Карло.
26. Этапы статистического моделирования систем массового обслуживания.
27. Моделирование систем массового обслуживания с отказами методом Монте–Карло.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Теория систем массового обслуживания : учебное пособие : / сост. А.В. Шапошников, В.В. Бережной, А.М. Лягин, А.А. Плетухина и др. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2017. – 134 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483842> (дата обращения: 01.09.2022). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
2. Шоренко, И. Н. Основы теории массового обслуживания : учебно-методическое пособие / И. Н. Шоренко ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Кафедра высшей математики. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), 2018. – 53 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495120> (дата обращения: 01.09.2022). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

4.2. Дополнительная литература

1. Самусевич, Г.А. Основы теории массового обслуживания : практикум / Г.А. Самусевич ; науч. ред. Д.В. Астрецов ; Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. – 45 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276464> (дата обращения: 01.09.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-321-02374-7. – Текст : электронный.
2. Мешечкин, В.В. Имитационное моделирование : учебное пособие : / В.В. Мешечкин, М.В. Косенкова. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. – 116 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232371> (дата обращения: 01.09.2022). – ISBN 978-5-8353-1299-3. – Текст : электронный.
3. Печинкин, А. В. Системы массового обслуживания в дискретном времени : учебное пособие / А. В. Печинкин, Р. В. Разумчик. – Москва : Физматлит, 2018. – 430 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612807> (дата обращения: 01.09.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9221-1791-3. – Текст : электронный.

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	https://www.intuit.ru/	Национальный открытый университет - организация, предоставляющая с помощью собственного сайта услуги	Свободный доступ

		дистанционного обучения по нескольким образовательным программам, многие из которых касаются информационных технологий. Сайт содержит несколько сотен открытых образовательных курсов, по прохождении которых можно бесплатно получить электронный сертификат. Также возможно платное получение сертификатов о повышении квалификации. Кроме того, организация действует как издательство, выпуская учебную литературу по курсам.	
--	--	---	--

VI.СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.garant.ru	Гарант.РУ – информационно-правовой портал	Свободный доступ.
3.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ
4.	www.consultant.ru	Российская компьютерная справочно-правовая система	Свободный доступ

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО

ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущая и промежуточная аттестации проводятся в специализированных классах, оснащенных автоматизированными рабочими местами с компьютерами.

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

