

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

«Утверждаю»

Декан факультета ВМК МГУ
имени М.В. Ломоносова



академик _____

Е.И. Моисеев

« _____ » _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Математические основы теории массового обслуживания»

Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки – 01.06.01 «Математика и механика»

Направленность (профиль) – «Теория вероятностей и математическая статистика» (01.01.05)

2016

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Математические основы теории массового обслуживания

2. УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ, НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ) ПОДГОТОВКИ

Направление 01.06.01 «Математика и механика». Направленность (профиль) «Теория вероятностей и математическая статистика» (01.01.05).

4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к специальным дисциплинам вариативной части образовательной программы и является дисциплиной по выбору.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
Способность применять современные аналитические методы исследования систем массового обслуживания (СПК-11)	32 (СПК-11) Знать: основы теории массового обслуживания и теории марковских случайных процессов У2 (СПК-11) Уметь строить математические модели реальных систем как систем массового обслуживания, исследовать их основные вероятностно-временные характеристики, интерпретировать результаты численного анализа

	<p>В2 (СПК-11) Владеть математическими методами анализа систем массового обслуживания</p>
<p>Владение современными методами построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также методами разработки и реализации алгоритмов их решения на основе фундаментальных знаний в области математики и информатики (ПК-1)</p>	<p>З1 (ПК-1) Знать: современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения</p> <p>У1 (ПК-1) Уметь: применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения</p> <p>В1 (ПК-1) Владеть: навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения</p>
<p>Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)</p>	<p>З1(ОПК-1) ЗНАТЬ: современные методы исследования и информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной области</p> <p>У1(ОПК-1) УМЕТЬ: уметь самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>
<p>Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1)</p>	<p>У2 (УК-1)УМЕТЬ: при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений</p> <p>В2 (УК-1)ВЛАДЕТЬ: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>

Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в Приложении.

6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов.

28 часов составляет контактная работа с преподавателем – 24 часа занятий лекционного типа, 0 часов занятий семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 0 часов индивидуальных консультаций, 0 часа мероприятий текущего контроля успеваемости, 2 часа групповых консультаций, 2 часа мероприятий промежуточной аттестации.

80 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

7. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учащиеся должны владеть знаниями по математическому анализу, линейной алгебре, функциональному анализу, теории дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистике в объеме, соответствующем основным образовательным программам бакалавриата и магистратуры по укрупненным группам направлений и специальностей 01.00.00 «Математика и механика», 02.00.00 «Компьютерные и информационные науки».

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе обучения используются учебные пособия и статьи журналов из международных баз данных.

9. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа учащегося, часы из них

аттестации по дисциплине		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости: коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
<p>Тема 1. Теория входящего потока.</p> <p>Определение потока событий. Рекуррентный поток. Пуассоновский поток.</p> <p>Наложение и просеивание потоков. Теорема Реньи.</p>	20	4	-	-	-	-	4	16	-	16
<p>Тема 2. Марковские системы обслуживания</p> <p>Процессы гибели и размножения. Класс систем массового обслуживания, описываемых процессами гибели и рождения. Метод фаз Эрланга. Системы с гиперэкспоненциальными потоками.</p>	32	8	-	-	-	-	8	24	-	24

Тема 3. Теория однолинейных систем с пуассоновским входящим потоком Метод вложенных цепей Маркова. Длина очереди. Метод вложенных цепей Маркова. Время ожидания. Метод дополнительных компонент.	32	8	-	-	-	-	8	24	-	24
Тема 4. Анализ времени ожидания Виртуальное время ожидания. Дисциплины FIFO и LIFO. Виртуальное время ожидания. Дисциплины SPT и LPT. Дисциплины пакетной обработки.	20	4	-	-	-	-	4	16	-	16
8. Промежуточная аттестация – устный экзамен	4	4								
Итого	108						28	80		

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Самостоятельная работа учащихся состоит в изучении лекционного материала, учебно-методической литературы, подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации.

11. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная учебно-методическая литература

1. Матвеев В.Ф., Ушаков В.Г. Системы массового обслуживания. Учебное пособие. - М.: изд-во Московского ун-та, 1984.
2. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания - М.: Наука, 1966.
3. Хинчин А.Я. Работы по математической теории массового обслуживания: Физматгиз, 1963.

Дополнительная учебно-методическая литература

- 1) Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. – М.: Машиностроение, 1979.
- 2) Cohen J.W. The single server queue. – Wiley, 1969.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://elibrary.ru>
2. www.scopus.com

Информационные технологии, используемые в процессе обучения

Программное обеспечение для создания и просмотра pdf-документов Adobe Reader

Издательская система LaTeX.

Материально-техническая база

Для преподавания дисциплины требуется класс, оборудованный маркерной или меловой доской и проектором.

12. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Русский

13. РАЗРАБОТЧИК ПРОГРАММЫ, ПРЕПОДАВАТЕЛИ

д.ф.- м.н., профессор Ушаков Владимир Георгиевич (vgushakob@mail.ru)

Приложение

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине «**Математические основы теории массового обслуживания**»

Промежуточная аттестация состоит из экзамена, проверяющего приобретенные знания.

Средства для оценивания планируемых результатов обучения, критерии и показатели оценивания приведены ниже.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ из соответствующих карт компетенций					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
	Неудовлетворительно	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	
ЗНАТЬ: современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения 31 (ПК-1)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и реализации алгоритмов их решения	В целом сформированные, но неполные знания о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и реализации алгоритмов их решения	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и реализации алгоритмов их решения	Сформированные систематические знания о современных методах построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и реализации алгоритмов их решения	Устный экзамен
УМЕТЬ: применять современные методы построения и анализа	Отсутствие умений	Фрагментарные умения применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих	В целом успешное, но не систематическое умение применять современные методы построения и анализа ма-	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные методы построения и	Сформированное умение применять современные методы построения и анализа математических мо-	Устный экзамен

математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения У1 (ПК-1)		при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения	тематических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения	анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения	делей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения	
ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения В1 (ПК-1)	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения	В целом успешное, но не полное владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения	Сформированное владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения	Устный экзамен
УМЕТЬ: при решении исследовательских и практических задач генерировать	Отсутствие умений	Частично освоенное умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операциона-	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение при решении исследовательских и практических задач генерировать	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение при решении исследовательских и практических задач генериро-	Сформированное умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся опера-	доклад на научном семинаре

новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений У2 (УК-1)		лизации исходя из наличных ресурсов и ограничений	идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	вать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	ционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	
ВЛАДЕТЬ: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях В2 (УК-1)	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач.	В целом успешное, но не систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач.	Успешное и систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач.	доклад на научном семинаре
УМЕТЬ: самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-	Отсутствие умений	Частично освоенное умение самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-	В целом успешное, но не систематическое умение самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов	Успешное и систематическое умение самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов	устный экзамен

современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий У1 (ОПК-1)		коммуникационных технологий	информационно-коммуникационных технологий	исследования и информационно-коммуникационных технологий	исследования и информационно-коммуникационных технологий	
ЗНАТЬ: современные методы исследования и информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной области З1(ОПК-1)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной области	В целом сформированные, но неполные знания о современных методах исследования и информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной области	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных методах исследования и информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной области	Сформированные систематические знания о современных методах исследования и информационно-коммуникационных технологий в соответствующей профессиональной области	устный экзамен
Знать: (З2) основы теории массового обслуживания и теории марковских случайных процессов (СПК-11)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления об основах теории массового обслуживания и теории марковских случайных процессов	В целом сформированные, но неполные знания об основах теории массового обслуживания и теории марковских случайных процессов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания об основах теории массового обслуживания и теории марковских случайных процессов	Сформированные систематические знания об основах теории массового обслуживания и теории марковских случайных процессов	устный экзамен
Уметь (У2) строить математические модели реальных систем как систем	Отсутствие умений	Фрагментарные умения в области построения математических моделей реальных систем как систем массового обслуживания	В целом сформированное, но не систематическое умение в области построения математических моделей реальных систем	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение в области построения математических моделей реальных систем	Сформированное систематическое умение в области построения математических моделей реальных систем	устный экзамен

массового обслуживания, исследовать их основные вероятностно-временные характеристики, интерпретировать результаты численного анализа (СПК-11)		живания, исследования их основных вероятностно-временных характеристик, интерпретации результатов численного анализа	тем как систем массового обслуживания, исследования их основных вероятностно-временных характеристик, интерпретации результатов численного анализа	систем как систем массового обслуживания, исследования их основных вероятностно-временных характеристик, интерпретации результатов численного анализа	как систем массового обслуживания, исследования их основных вероятностно-временных характеристик, интерпретации результатов численного анализа	
Владеть (В2) (СПК-11) математическими методами анализа систем массового обслуживания	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение математическими методами анализа систем массового обслуживания	В целом сформированное, но не систематическое владение математическими методами анализа систем массового обслуживания	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы владение математическими методами анализа систем массового обслуживания	Сформированное систематическое владение математическими методами анализа систем массового обслуживания	устный экзамен

Фонды оценочных средств

Список вопросов для индивидуального собеседования на промежуточной аттестации.

- 1) Определение входящего потока. Рекуррентный поток, распределение числа требований, поступивших за фиксированный интервал времени.
- 2) Потоки: пуассоновский, эрланговский и гиперэкспоненциальный. Их свойства.
- 3) Наложение и просеивание потоков. Теорема Реньи.
- 4) Процессы гибели и размножения. Прямые и обратные уравнения Колмогорова.
- 5) Исследование марковских систем массового обслуживания, описываемых процессами гибели и рождения.
- 6) Системы с гиперэкспоненциальными потоками.
- 7) Метод фаз Эрланга.
- 8) Метод вложенных цепей Маркова. Исследование системы $M|G|1$.
- 9) Метод вложенных цепей Маркова. Исследование системы $GI|M|1$.

- 10) Метод дополнительных компонент. Исследование системы $M|G|1$.
- 11) Исследование виртуального времени ожидания при дисциплине FIFO.
- 12) Исследование виртуального времени ожидания при дисциплине LIFO.
- 13) Исследование виртуального времени ожидания при дисциплинах SPT и LPT.
- 14) Дисциплины пакетной обработки. Распределение длительности и размера пакета.
- 15) Дисциплины пакетной обработки. Длина очереди.
- 16) Дисциплины пакетной обработки. Время ожидания.

Примерные контрольные задания для промежуточной аттестации.

КЗ ПА1.

1. Рекуррентный поток. Распределение числа требований, поступивших за фиксированное время.
2. Нестационарное распределение виртуального времени ожидания в системе $M|GI|1$ при дисциплине LIFO.

КЗ ПА2.

1. Найти стационарное распределение числа требований в системе $M|E|1$ методом фаз Эрланга.
2. Вывести прямые и обратные уравнения Колмогорова для процессов гибели и рождения.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Экзаменационные билеты.