

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра прикладной математики и информатики

Авторы-составители: Русакова Ольга Леонидовна

Рабочая программа дисциплины

СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Код УМК 62485

Утверждено
Протокол №9
от «21» мая 2019 г.

Пермь, 2019

1. Наименование дисциплины

Системы массового обслуживания

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **02.03.02** Фундаментальная информатика и информационные технологии
направленность Открытые информационные системы

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Системы массового обслуживания** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (направленность : Открытые информационные системы)

ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем

ПК.3 способность строить компьютерные модели и проводить с их помощью исследования

ПК.7 способность применять методологии компьютерного математического, информационного и имитационного моделирования, электронные библиотеки и коллекции, библиотеки и пакеты программ

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (направленность: Открытые информационные системы)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	7
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	56
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	28
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	88
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (3) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (7 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Системы массового обслуживания. Первый семестр

Введение. Свойства и характеристики потоков требований

Предмет, цель и задачи теории массового обслуживания. Структура и классификация систем массового обслуживания. Потоки требований. Свойства и характеристики потоков требований.

Пуассоновские потоки требований. Простейшие потоки требований различных типов

Определение пуассоновского потока и вычисление вероятности в начальный момент. Вывод формул для вероятностей в остальные моменты времени элементарным методом и методом дифференциальных уравнений. Свойства вероятностей. Преобразование пуассоновских потоков. Простейшие потоки с возможностями нестационарности, неординарности, последствием. Регулярные потоки. Потоки Эрланга. преобразование различных потоков.

Элементы теории марковских процессов

Понятие случайного процесса. Цепь Маркова с конечным числом состояний и дискретным временем. Граф состояний. Матрица переходных вероятностей. Стационарное распределение.

Марковские процессы с конечным числом состояний и непрерывным временем. Размеченный граф состояний. Матрица интенсивностей перехода. Система дифференциальных уравнений Колмогорова. Нахождение стационарного распределения.

Системы массового обслуживания.

Основные понятия и классификация систем массового обслуживания (СМО): по поведению заявки (с отказами, с очередью, смешанного типа); по характеру источника заявок (открытого и замкнутого типа); по дисциплине ожидания и обслуживания.

Параметры и характеристика СМО: параметры входящего потока; параметры структуры СМО. Показатели эффективности СМО. Формула Литтла.

Системы массового обслуживания с отказами

Марковские СМО. Одноканальная и многоканальная СМО с отказами (задача Эрланга). Предельное распределение вероятностей состояний. Определение основных характеристик обслуживания.

Системы массового обслуживания с ожиданием, с ожиданием и ограничением на длину очереди

Одноканальная СМО с ограниченной очередью. Многоканальная СМО с ограниченной очередью. Одноканальная СМО с неограниченной очередью. Многоканальная СМО с неограниченной очередью.

Системы массового обслуживания с ограничением на время ожидания

Рассматриваются СМО с "нетерпеливыми заявками". Поток "уходов". Особенности вычисления показателей эффективности функционирования и качества обслуживания.

Использование имитационного моделирования для исследования систем массового обслуживания

Особенность имитационного моделирования СМО. Моделирование случайного потока событий. Моделирование простейшего потока. Моделирование СМО. Расчет показателей СМО методом Монте-Карло.

Замкнутые системы массового обслуживания

Рассматриваются одноканальные и многоканальные замкнутые СМО. Основные формулы для характеристик системы.

Системы массового обслуживания с взаимопомощью между каналами

Многоканальные СМО с взаимопомощью между каналами «все как один» с отказами, с ожиданием.
Многоканальные СМО с «равномерной» взаимопомощью с отказами, с ожиданием.

Оптимизация систем массового обслуживания

Оптимизация СМО. Постановка задачи. Критерии минимума себестоимости продукции, минимума экономических потерь от ожидания обслуживания, минимума экономических потерь с учётом отказа в обслуживании. Выбор оптимальной дисциплины очереди

Итоговое мероприятие

Итоговое мероприятие проводится в письменной форме.

Работа состоит из трех частей - теста, теоретического вопроса и практического задания.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

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

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

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

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Лабскер Лев Григорьевич, Бабешко Людмила Олеговна Теория массового обслуживания в экономической сфере: Учеб. для вузов / Лев Григорьевич Лабскер, Людмила Олеговна Бабешко. - М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998, ISBN 5-238-00020-0. - 319.

Дополнительная:

1. Теория массового обслуживания: краткий конспект и справочные материалы по курсу / Федер. агентство по образованию, Перм. гос. ун-т. - Пермь: ПГУ, 2007. - 1.

2. Чернов В. П. Теория массового обслуживания: учеб. пособие / В. П. Чернов. - Л.: ЛФЭИ, 1977. - 69. - Библиогр.: с. 68

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Системы массового обслуживания** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

1. Среда разработки ПО Microsoft Visual C++ 2010 (2012, 2013) Express (бесплатная версия для учебных целей), либо кроссплатформенная среда разработки Code::Blocks (свободно распространяемое ПО) или любая среда разработки программ на языке высокого уровня.
2. Электронные таблицы.

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

1) Для проведения лабораторных занятий требуется терминальный класс с не менее чем 12 компьютеров, или наличие персональных компьютеров.

2) Для проведения лекций и практических занятий требуется проектор

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Системы массового обслуживания**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.3 способность строить компьютерные модели и проводить с их помощью исследования</p>	<p>умеет строить имитационную модель немарковской СМО и с её помощью проводить вычислительные эксперименты.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не удовлетворяет критериям из пункта "удовлетворительно"</p> <p align="center">Удовлетворительн Знать особенности использования методов статистического моделирования систем массового обслуживания. Уметь использовать имитационное моделирование для исследования систем массового обслуживания. Не иметь представление о трудностях построения математических моделей систем массового обслуживания при потере марковости.</p> <p align="center">Хорошо Знать особенности использования методов статистического моделирования систем массового обслуживания. Уметь использовать имитационное моделирование для исследования систем массового обслуживания. Иметь не четкое представление о трудностях построения математических моделей систем массового обслуживания при потере марковости.</p> <p align="center">Отлично Знать особенности использования методов статистического моделирования систем массового обслуживания. Уметь использовать имитационное моделирование для исследования систем массового обслуживания. Иметь представление о трудностях построения математических моделей систем массового обслуживания при потере марковости.</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p>	<p>умение создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели системы массового обслуживания с применением современных вычислительных систем</p>	<p>Неудовлетворител не умение создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели системы массового обслуживания с применением современных вычислительных систем</p> <p>Удовлетворительн умение создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели системы массового обслуживания с применением современных вычислительных систем, но испытывает значительные трудности</p> <p>Хорошо умение создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели системы массового обслуживания с применением современных вычислительных систем, но испытывает незначительные трудности</p> <p>Отлично умеет создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели системы массового обслуживания с применением современных вычислительных систем</p>
<p>ПК.7 способность применять методологии компьютерного математического, информационного и имитационного моделирования, электронные библиотеки и коллекции, библиотеки и пакеты программ</p>	<p>Умение использовать имитационное моделирование для исследования систем массового обслуживания</p>	<p>Неудовлетворител Не умеет использовать имитационное моделирование для исследования систем массового обслуживания</p> <p>Удовлетворительн Умеет использовать имитационное моделирование для исследования систем массового обслуживания, но испытывает значительные трудности</p> <p>Хорошо Умеет использовать имитационное моделирование для исследования систем массового обслуживания, но испытывает незначительные трудности</p> <p>Отлично Умеет использовать имитационное моделирование для исследования систем массового обслуживания</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем ПК.3 способность строить компьютерные модели и проводить с их помощью исследования	Системы массового обслуживания. Защищаемое контрольное мероприятие	умение строить систему Колмогорова для математического описания марковских цепей с конечным числом состояний и непрерывным временем; умение строить систему Колмогорова для графа состояний "гибели и размножения"; умение находить предельные вероятности по построенным моделям; умение строить математическую модель для простой системы по ее словесному описанию и нахождение для неё предельных вероятностей.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p> <p>ПК.3 способность строить компьютерные модели и проводить с их помощью исследования</p>	<p>Системы массового обслуживания с ограничением на время ожидания</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>умение получать характеристики функционирования и качества обслуживания для системы массового обслуживания с отказами (одноканальной и многоканальной);</p> <p>разработка программы для определения времени выхода одноканальной системы на стационарный режим ;</p> <p>определение характеристик функционирования и качества обслуживания системы массового обслуживания с ожиданием и ограничением на длину очереди ($n=1$ и $n>1$); решение задачи об оптимизации структуры системы массового обслуживания.</p>
<p>ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p> <p>ПК.3 способность строить компьютерные модели и проводить с их помощью исследования</p> <p>ПК.7 способность применять методологии компьютерного математического, информационного и имитационного моделирования, электронные библиотеки и коллекции, библиотеки и пакеты программ</p>	<p>Использование имитационного моделирования для исследования систем массового обслуживания</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>разработка алгоритма и программы для имитационного моделирования СМО</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p> <p>ПК.3 способность строить компьютерные модели и проводить с их помощью исследования</p> <p>ПК.7 способность применять методологии компьютерного математического, информационного и имитационного моделирования, электронные библиотеки и коллекции, библиотеки и пакеты программ</p>	<p>Итоговое мероприятие</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>умение четко излагать на русском языке теоретический материал; знание основных понятий теории массового обслуживания; умение решать задачи по определению основных характеристик СМО.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Системы массового обслуживания.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **12**

Показатели оценивания	Баллы
<p>Мероприятие носит накопительный характер. В него включаются 2 лабораторные работы, в рамках которых требуется выполнить 5 заданий. Каждое задание оценивается в 5 баллов. Максимальный балл за задание выставляется, если получены верные числовые результаты и даны полные объяснения. За задание выставляется 3 балла, если допущены ошибки вычисления, но объяснения полные, или вычислительных ошибок нет, но пояснения неполные. Если есть вычислительные ошибки и пояснения неполные, то выставляется только 1 балл. Если при выполнении задания требуется использовать электронные таблицы или написать программу, то при оценке результатов учитывается оптимальность алгоритмов.</p>	25
<p>Лабораторная работа 2</p>	15
<p>Лабораторная работа 1</p>	10

Системы массового обслуживания с ограничением на время ожидания

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**
 Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**
 Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Мероприятие носит накопительный характер. В него включаются 2 лабораторные работы, в рамках которых требуется выполнить 5 заданий. Каждое задание оценивается в 5 баллов. Максимальный балл за задание выставляется, если получены верные числовые результаты и даны полные объяснения. За задание выставляется 3 балла, если допущены ошибки вычисления, но объяснения полные, или вычислительных ошибок нет, но пояснения неполные. Если есть вычислительные ошибки и пояснения неполные, то выставляется только 1 балл. Если при выполнении задания требуется использовать электронные таблицы или написать программу, то при оценке результатов учитывается оптимальность алгоритмов.	25
Лабораторная работа 4	13
Лабораторная работа 3	12

Использование имитационного моделирования для исследования систем массового обслуживания

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**
 Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**
 Проходной балл: **8**

Показатели оценивания	Баллы
Мероприятие носит накопительный характер. Предлагается реализовать два имитатора СМО. Каждый имитатор оценивается в 10 баллов. Баллы снимаются за неоптимальность алгоритма, за ошибки в определении характеристик СМО.	20
Имитатор 1	10
Имитатор 2	10

Итоговое мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **3 часа**
 Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**
 Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Тест	10
Решение практической задачи В практической задаче - за неверно полученный числовой ответ снимаются баллы.	10

Содержания ответа на теоретический вопрос В теоретическом вопросе баллы снимаются за неполноту ответа.	8
Логика изложения теоретического вопроса	2