

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
« 30 » _ноября_ 2022 г. № _13_

Рабочая программа дисциплины

Управляемые системы массового обслуживания
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Вероятностное моделирование и анализ данных
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений

Б1.В.02 Управляемые системы массового обслуживания

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.02 «Управляемые системы массового обслуживания» относится к части ООП направления подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», формируемой участниками образовательных отношений

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Знает методы критического анализа проблемных ситуаций.	Знать основные элементы систем массового обслуживания и основные показатели качества их работы	Собеседование
	УК-1.2. Умеет вырабатывать стратегию действий при возникновении критических ситуаций..	Уметь вычислять важнейшие критериальные характеристики для конкретных СМО.	Практические задачи
ПК-10 Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок	ПК-10.1 Знать методы формирования новых направлений научных исследований и опытно-конструкторских разработок	Знать этапы построения марковской модели обслуживания	Собеседование, доклад
	ПК-10.2 Уметь формировать новые направлений научных исследований и опытно-конструкторских	Уметь строить математическую модель системы с использованием марковских случайных процессов . Уметь исследовать марковские модели обслуживания.	Практические задачи

	разработок		
--	------------	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	34
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	16
- занятия лабораторного типа	0
- текущий контроль (КСР)	2
самостоятельная работа	38
Промежуточная аттестация – экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы) Очная	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы Очная
		Занятия лекционного типа Очная	Занятия семинарского типа Очная	Занятия лабораторного типа Очная	Всего Очная	
Полумарковские модели и приоритетные системы. Метод вложенных цепей Маркова. Относительный и абсолютный приоритет, пример. Одноканальная система массового обслуживания с двумя простейшими потоками и абсолютным приоритетом. Нахождение вероятности потери требования и распределения времени пребывания в системе произвольной заявки	19	6	3		9	10
Управляемые системы с переменной структурой обслуживания. Основные компоненты УСПСО, отличительные существенные особенности систем. Описание и изучение входных потоков, нелокальный способ задания потока, понятие квазирегенерирующих потоков неоднородных и однородных требований, поток Бартлетта и его неполное описание. Обслуживающее устройство: внутренние состояния и алгоритм смены внутренних состояний. Потоки насыщения и их классификация. Стратегия механизма обслуживания требований. Постановка задачи оптимизации алгоритмов управления потоками в УСПСО.	16	4	2		6	10
Модели управляющих систем обслуживания для	35	6	11		17	18

процессов обработки информации в вычислительных и телекоммуникационных системах Обслуживание по циклическому алгоритму с переналадками. Модель. Условия стационарности. Обслуживание по алгоритму с разделением времени. Модель. Условия стационарности. Оптимизация динамических приоритетов						
Текущий контроль (КСР)	2	0	0		2	0
Промежуточная аттестация – экзамен	36	0	0		36	0
Итого	108	16	16		70	38

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет, экзамен)

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа заключается в чтении литературы из списка основной литературы и решения практических заданий. Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс «Теория массового обслуживания» (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=5323>), созданный в системе электронного обучения ННГУ – <https://e-learning.unn.ru/>.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценивания при собеседовании

Результат ответов	Оценка
Студент дает верные развернутые ответы на вопросы преподавателя	зачтено
Студент отвечает только на часть вопросов, или отвечает с ошибками, или не дает развернутого ответа на вопросы	не зачтено

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо»,

		при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

<i>вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
1. Управляющие системы массового обслуживания как модели реальных систем. Основные компоненты УСПСО и их описание.	ПК-10
2. Метод вложенных цепей Маркова. Построение вложенной цепи для системы обслуживания с относительными приоритетами	ПК-10
3. Нелокальный способ описания потоков. Квазирегенерирующие потоки неоднородных требований. Поток Бартлетта	ПК-10
4. Одноканальная система массового обслуживания с двумя простейшими потоками и абсолютным приоритетом.	УК-1
5. Обслуживающее устройство: внутренние состояния и алгоритм смены внутренних состояний. Потоки насыщения и их классификация. Стратегия механизма обслуживания требований. Примеры.	УК-1
6. Обслуживание по циклическому алгоритму с переналадками. Построение основной последовательности и ее марковское свойство	ПК-10
7. Метод производящих функций. Необходимые условия существования стационарного режима при обслуживании простейших потоков по циклическому алгоритму	ПК-10
8. Обслуживание по алгоритму с разделением времени. Модель и ее марковское свойство	ПК-10
9. Обслуживание по алгоритму с разделением времени. Достаточное условие существования стационарного режима	ПК-10
10. Оптимизация динамических приоритетов для минимизации стоимости пребывания требований в системе обслуживания с разделением времени	ПК-10

5.2.2. Типовые задачи для оценки сформированности компетенции УК-1

1. На вход трехканальной СМО с отказами поступает простейший поток заявок с интенсивностью $\lambda = 0.3$. Время обслуживания показательное с параметром $\mu = 0.5$. В начальный момент времени каналы свободны. Построить размеченный граф

состояний СМО. Найти вероятности состояний системы в установившемся режиме и вычислить среднее число занятых линий в данной СМО.

2. Для простейшей двухканальной СМО с неограниченной очередью найти среднее число заявок в системе и вычислить вероятность наличия очереди, если $\lambda = 0.2$ и $\mu = 0.3$.
3. Вычислить финальные вероятности состояний для простейшей двухканальной СМО с тремя местами в очереди при $\lambda = 0.6$ и $\mu = 0.2$. Найти для этой системы среднее число заявок в очереди и среднее время пребывания произвольного требования в системе.

5.2.3. Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ПК-10

1. Вычислить финальные вероятности состояний для простейшей двухканальной СМО с тремя местами в очереди при $\lambda = 0.6$ и $\mu = 0.2$. Найти для этой системы среднее число заявок в очереди и среднее время пребывания произвольного требования в системе.

5.2.4. Вопросы для собеседования

Вопросы для оценки компетенции «УК-1»:

1. Как найти вероятность потери требования в системах с потерями?
2. Приведите формулу для вычисления среднего времени ожидания.
3. Что такое интервал занятости прибора и каким образом он определяется?
4. Как найти среднюю длину очереди в системах с ожиданием в стационарном режиме?

Вопросы для оценки компетенции «ПК-10»:

1. Перечислите этапы построения марковской модели процесса обслуживания.
2. Опишите на содержательном уровне систему из n элементов и r восстанавливающих приборов.
3. Какие особенности имеет марковская модель системы обслуживания $M/M/1/\infty$ с ожиданием?
4. Укажите способ построения марковской модели для многолинейной системы $M/M/n/N$ с ограниченной очередью и ограниченным временем ожидания.
5. Опишите суть метода вложенных цепей Маркова.
6. Приведите примеры реальных систем обслуживания с относительным и абсолютным приоритетами.
7. Какие элементы необходимо описать для задания системы обслуживания с переменной структурой?
8. В чем заключается нелокальный способ задания входного потока и чем он отличается от локального способа?
9. Укажите принципы классификации потоков насыщения

5.2.4. Темы докладов (компетенция ПК-10):

1. Исследование системы массового обслуживания с потерями и приоритетным обслуживанием.
2. Принцип введения дополнительных переменных при рассмотрении многомерных марковских моделей массового обслуживания.
3. Статистическое моделирование.
4. Исследование систем с малой загрузкой.
5. Функционирование системы в условиях большой загрузки.
6. Системы с полной информацией.
7. Системы с неполной информацией.
8. Системы обслуживания с возможностью изменения вероятностной структуры входных потоков
9. Управление потоками требований по алгоритму с приоритетом.

10. Приоритетные системы с абсолютным приоритетом.
11. Системы, описываемые процессами гибели и размножения.
12. Асимптотические методы в теории массового обслуживания.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Хинчин А.Я. Работы по математической теории массового обслуживания. - М: ГИФМЛ, 1963.
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/probability.htm>
2. Рыков В.В., Козырев Д.В. Основы теории массового обслуживания (Основной курс:марковские модели, методы марковизации). . — М. : ИНФРА-М, 2017. — 223 с. (Адрес интернет: <http://znanium.com/catalog/product/792498>)
3. Федоткин М. А. Модели в теории вероятностей. Учебник. — М.: Наука — ФИЗМАТЛИТ, 2012 (196 экз. в библиотеке).

б) дополнительная литература:

1. Гихман И.И. Введение в теорию случайных процессов. — М.: Наука, 1965 (36 экз. в библиотеке).

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Интернет-ресурсы электронного портала ИИТММ
<http://www.itmm.unn.ru/studentam/uchebno-metodicheskie-materialy/>
2. Фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ им. Лобачевского
<http://www.unn.ru/books/resources.html>
3. Общероссийский математический портал <http://www.mathnet.ru>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: компьютерный класс, проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор к.ф.-м.н., доцент _____ Н.М.Голышева

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой _____ А.В. Зорин

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики
от 30.11.2022 года, протокол № 3.