

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 09.04.03 Прикладная информатика

Наименование образовательной программы: Информационные системы и технологии поддержки цифровой экономики

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Математическое и имитационное моделирование**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Фланден В.С.
	Идентификатор	R5003b6e5-FlandenVS-2145af7f

В.С. Фланден

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крепков И.М.
	Идентификатор	R04da5bdb-KrepkovIM-33fe3095

И.М.
Крепков

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Невский А.Ю.
	Идентификатор	R4bc65573-NevskyAY-0b6e493d

А.Ю.
Невский

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. 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

ИД-1 Применяет математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности

ИД-2 Решает нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний

2. ОПК-7 Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами

ИД-1 Применяет логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними; динамические оптимизационные модели;

математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений

ИД-2 Способен осуществлять методологическое обоснование научного исследования

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Выполнение задания

1. Основы методологии моделирования (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Моделирование с использованием системы имитационного моделирования (Контрольная работа)

2. Основы имитационного моделирования (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Математические модели (Контрольная работа)

БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	3	7	11	15
Моделирование как метод анализа и оптимизации структур и алгоритмов функционирования систем					

Постановка задач анализа и оптимизации структур дискретных процессов и систем (ДС) и проблемы их решения. Моделирование как метод получения достоверных численных характеристик в системах автоматизированного управления.	+			
Теоретические основы построения аналитических моделей дискретных процессов и систем массового обслуживания (СМО)				
Понятие системы и способы ее описания (вербальный, алгоритмический, аналитический).	+			
Классификация моделей и методов моделирования дискретных процессов и систем массового обслуживания				
Классификация СМО		+		
Классификация методов моделирования		+		
Построение аналитических моделей типовых схем СМО				
Решение систем уравнений для типовых схем ДП		+		
Применение методов теории массового обслуживания для моделирования и анализа процессов в системах управления производственными процессами				
Применение аналитических моделей для расчета и анализа типовых структур производственных процессов и процессов управления.			+	
GPSS - язык и система имитационного моделирования дискретных процессов: описание языка и алгоритма работы с ним				
Обзор языков и систем имитационного моделирования дискретных процессов и их применение для моделирования структур и алгоритмов работы систем массового обслуживания.			+	
Построение GPSS-моделей типовых структур СМО и систем управления производственными процессами				
Разработка GPSS-моделей процессов				+
Особенности построения GPSS-моделей схем произвольной конфигурации на примерах систем управления производственными процессами				
Особенности построения моделей, сбора и обработки статистических данных				+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-1	ИД-1 _{ОПК-1} Применяет математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности	Знать: термины и понятия моделирования дискретных процессов и систем, аксиоматику разработки математических и имитационных моделей технологических и социально-экономических процессов и систем Уметь: применять математические методы и имитационные средства моделирования для решения нестандартных задач совершенствования производственных процессов	Математические модели (Контрольная работа) Основы имитационного моделирования (Контрольная работа)
ОПК-1	ИД-2 _{ОПК-1} Решает нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в	Знать: математические и методологические обоснования применения аналитических и	Основы методологии моделирования (Тестирование) Основы имитационного моделирования (Контрольная работа)

	междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний	имитационных моделей для исследования вариантов проектируемых систем и анализа и оптимизации управления информационных систем и систем массового обслуживания типа производственно-технологических и социально-экономических процессов Уметь: использовать типовые математические методы и компьютерные средства имитационного моделирования для решения производственных и социально-экономических задач	
ОПК-7	ИД-1_{ОПК-7} Применяет логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними; динамические оптимизационные модели;	Знать: современные методологические принципы и программные средства построения математических и имитационных моделей оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ;	Основы имитационного моделирования (Контрольная работа) Моделирование с использованием системы имитационного моделирования (Контрольная работа)

	математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений	многокритериальные методы принятия решений Уметь: логически обосновывать выбор и применение современных интеллектуальных технологий и компьютерных программных средств разработки математических и имитационных моделей непрерывных и дискретных процессов для сравнительного анализа вариантов проектирования и оптимального управления в информационных системах и системах массового обслуживания	
ОПК-7	ИД-2 _{ОПК-7} Способен осуществлять методологическое обоснование научного исследования	Знать: математические и имитационные методы моделирования производственно-технологических и социально-экономических процессов и систем Уметь: обосновывать выбор современных	Моделирование с использованием системы имитационного моделирования (Контрольная работа)

		аналитических и имитационных моделей для исследования вариантов проектируемых систем и анализа и оптимизации управления информационных систем и систем массового обслуживания типа производственно-технологических и социально-экономических процессов	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Математические модели

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование и контрольная работа проводятся в компьютерном классе.

Краткое содержание задания:

Принципы и методика построения аналитических моделей процессов в системах обслуживания

Контрольные вопросы/задания:

Знать: термины и понятия моделирования дискретных процессов и систем, аксиоматику разработки математических и имитационных моделей технологических и социально-экономических процессов и систем	1.Какие условия должны выполняться для построения аналитических моделей с неограниченной очередью?
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-2. Основы методологии моделирования

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование проводится в компьютерном классе

Краткое содержание задания:

Тест 1

Вопрос 4. Входящий поток заявок называется регулярным, если

- А) заявки поступают в систему в последовательные моменты времени независимо друг от друга;
- Б) заявки поступают в систему одна за другой через заранее заданные и строго определенные промежутки времени;
- В) вероятность поступления в систему за очень малый промежуток времени сразу двух или более заявок на обслуживание пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью поступления только одной заявки.

Ответ В.

Вопрос 5. Если максимальная длина очереди $L_{\max}$ в системе массового обслуживания (СМО) равна некоторому положительному числу $N_0 > 0$, то СМО называется:

- А) системой с ограниченной длиной очереди;
- Б) системой с отказами;
- В) системой с ограниченным временем ожидания.

Ответ А

Контрольные вопросы/задания:

Знать: математические и методологические обоснования применения аналитических и имитационных моделей для исследования вариантов проектируемых систем и анализа и оптимизации управления информационных систем и систем массового обслуживания типа производственно-технологических и социально-экономических процессов	1. Входящий поток заявок называется регулярным, если
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Основы имитационного моделирования

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа проводится в компьютерном классе. Выполнение задания направлено на закрепление изученного материала по разделу.

Краткое содержание задания:

Разработать и исследовать GPSS-модель одноканальной СМО с тремя потоками заявок на входе, отличающимися типами приоритетов: с относительными и абсолютным приоритетами.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: современные методологические принципы и программные средства построения математических и имитационных моделей оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений	1. Какие типы приоритетов предусмотрены в системе GPSS? Приведите примеры их применения.
Уметь: применять математические методы и имитационные средства моделирования для решения нестандартных задач совершенствования производственных процессов	1. Приведите примеры трёх признаков классификации систем типа СМО.
Уметь: использовать типовые математические методы и компьютерные средства имитационного моделирования для решения производственных и социально-экономических задач	1. Что такое простейший поток, какими тремя свойствами он должен характеризоваться?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Моделирование с использованием системы имитационного моделирования

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: контрольная работа проводится в компьютерном классе

Краткое содержание задания:

Разработать и исследовать GPSS-модель одноканальной СМО с тремя потоками заявок на входе, отличающимися типами приоритетов: с относительными и абсолютным приоритетами.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: математические и имитационные методы моделирования производственно-технологических и социально-экономических процессов и систем	1.Какими средствами GPSS имитируется разветвление потока заявок на несколько направлений с задаваемыми вероятностями разветвления?
Уметь: логически обосновывать выбор и применение современных интеллектуальных технологий и компьютерных средств разработки математических и имитационных моделей непрерывных и дискретных процессов для сравнительного анализа вариантов проектирования и оптимального управления в информационных системах и системах массового обслуживания	1.Контейнеры с керамическими изделиями поступают в цех обжига (входной поток пуассоновский с параметром L). Каждый контейнер содержит партию из 100 изделий, которые требуют одинакового времени обжига. Время обжига - равномерно распределенная величина в интервале $A \pm B$. В цехе находится печь, в которую одновременно загружают три контейнера. Время обжига соответствует наибольшему из времен, необходимых для обжига изделий из этих трех контейнеров. Прибыль от обжига каждого изделия составляет $Prib1$ единиц стоимости. Один час работы печи требует $Stoim2$ единиц стоимости (учитывается только «чистое» время работы печи).
Уметь: обосновывать выбор современных аналитических и имитационных моделей для исследования вариантов проектируемых систем и анализа и оптимизации управления информационных систем и систем массового обслуживания типа производственно-технологических и социально-	1.Модель турникета на футбольном стадионе Зрители подходят к турникету футбольного стадиона каждые 7 ± 7 секунд и встают в очередь, в которой находятся до тех пор, пока не пройдут на стадион. Проход через турникет занимает 5 ± 3 секунды. Требуется определить время, необходимое для того, чтобы через турникет прошло 300 человек.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

МЭИ	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3	Утверждаю:
<i>Инженерно-экономический институт</i>	Дисциплина: Математическое и имитационное моделирование	
	Кафедра «Безопасности и информационных технологий»	Протокол № от « » Г
1. Понятие стандартного числового атрибута (СЧА) в GPSS и применение СЧА при моделировании и исследовании характеристик объектов обслуживания. 2. Представление графа состояний для одноканальных СМО без отказов и с ограниченной очередью. Задача. Построить схему и GPSS-программу 4-хканальной СМО с ограниченной длиной очереди $R_0 = 4$.		

Процедура проведения

Экзамен проводится в письменной форме по билетам согласно программе экзамена

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-1} Применяет математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности

Вопросы, задания

- 1.10. Основные положения (аксиомы) аналитического метода теории массового обслуживания (ТМО), в чём и на каких этапах проявляются эти положения при построении формул для расчета характеристик СМО методами ТМО.
- 2.11. Сравнение методов математического и имитационного моделирования по области применения, по критериям сложности построения модели и точности вычисления характеристик моделируемой системы, по адекватности модели реальному объекту или процессу.
- 3.13. Сравнительный анализ двух принципов имитационного моделирования систем во времени: по интервалам времени и по событиям. Средства GPSS, реализующие событийный принцип моделирования .

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Определить, какую модель можно представить математической моделью объекта

Ответы:

- а) описание объекта математическими средствами, позволяющее выводить суждение о некоторых его свойствах при помощи формальных процедур
- б) любую символическую модель, содержащую математические символы
- в) представление свойств объекта только в числовом виде
- г) любую формализованную модель

Верный ответ: а)

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-1} Решает нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний

Вопросы, задания

- 1.2. Понятие простейшего потока событий (например, входного потока заявок в СМО), его свойства и роль этих свойств при построении аналитической модели СМО.
- 2.5. Алгоритм построения аналитической модели СМО по графу состояний системы: Варианты представления графа состояний для одноканальных и многоканальных СМО с отказами .
- 3.6. Алгоритм построения аналитической модели СМО по графу состояний системы: Варианты представления графа перехода для одноканальных СМО без отказов и с ограниченной очередью. .
- 4.15. Понятие транзакта, его назначение, атрибуты транзакта. Средства в GPSS, обеспечивающие порождение заявок (транзактов) и задание им определенных индивидуальных свойств.
- 5.17. Алгоритм перемещения транзакта по блокам GPSS-программы.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1. Какие задачи могут быть решены с помощью теории массового обслуживания?
Выберите правильные варианты ответа.

Ответы:

- А) Определение рационального числа торговых точек, продавцов в магазине, мастеров в ремонтной мастерской и пр..
- Б) Определение необходимых размеров торговых залов, складов, залов ожидания и пр.
- В) Планирование комплекса взаимосвязанных работ
- Г) Определение объемов выпуска валовой продукции.
- Д) Минимизация расходов на организацию торговых точек, заработную плату продавцам или кассирам.
- Е) Определение оптимального размера партии поставки товаров.

Верный ответ: А) Б)

3. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-7} Применяет логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений

Вопросы, задания

- 1.4. Классификация моделей СМО по признакам применительно к задачам анализа дискретных процессов и систем.
- 2.18. Принципы работы моделирующего алгоритма в системе GPSS: списки событий и режимы выбора транзактов из списков

3. 21. Стандартные числовые и логические атрибуты объектов типа STORAGE и применение этих атрибутов при моделировании структур и алгоритмов функционирования экономических систем.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Укажите свойства потока заявок, поступающих в простейшую СМО

Ответы:

- 1) делимость
- 2) ординарность
- 3) целостность
- 4) стационарность
- 5) отсутствие последствия

Верный ответ: 2,4,5

4. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-7} Способен осуществлять методологическое обоснование научного исследования

Вопросы, задания

- 1.1. Понятие марковского процесса, его роль в построении ТМО
- 2.7. Принципы построения аналитических моделей систем массового обслуживания, алгоритм построения системы уравнений Колмогорова .
- 3.8. Перечень характеристик типовых устройств обслуживания заявок, принципы построения для них уравнений с помощью аналитических моделей.
- 4.29. Понятие синхронизации процессов, их виды и средства языка GPSS, позволяющие имитировать синхронизацию дискретных процессов.
- 5.31. Средства сбора и обработки статистических результатов моделирования в системе GPSS

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие величины являются исходными параметрами для моделирования систем массового обслуживания (СМО)?

Ответы:

- 1. среднее число заявок, поступающих в систему (I);
- 2. среднее значение экономического показателя за определенный промежуток времени (Y_{cp});
- 3. средний размер товарного запаса ($Q/2$);
- 4. среднее количество требований, обслуживаемых в системе одним каналом в единицу времени (m);
- 5. средний гарантированный выигрыш игрока А
- 6. среднее число каналов в системе

Верный ответ: 1) 4)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.