

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

**Направление подготовки/специальность: 38.03.05 Бизнес-информатика**

**Наименование образовательной программы: Моделирование и оптимизация бизнес-процессов**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

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

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дорошенко А.Н.
	Идентификатор	R78de8dca-DoroshenkoAN-82b740

(подпись)

А.Н.  
Дорошенко  
(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Петров С.А.
	Идентификатор	R75f078b9-PetrovSA-cc5dcd67

(подпись)

С.А. Петров  
(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

А.Ю.  
Невский  
(расшифровка  
подписи)

## 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-3 способностью работать с компьютером как средством управления информацией, работать с информацией из различных источников, в том числе в глобальных компьютерных сетях

2. ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию

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

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	5	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-3	ОПК-3(Компетенция)	<p>Знать:</p> <p>принципы построения и методы разработки математических и имитационных моделей дискретных процессов и систем</p> <p>методы теории систем и построения для них аналитических и имитационных моделей анализа информационных потоков и расчёта эффективности систем и технологий</p> <p>Уметь:</p> <p>использовать типовые математические методы и компьютерные средства имитационного моделирования для анализа и совершенствования производственных и социально-экономических</p>	<p>Основы методологии моделирования (Тестирование)</p> <p>Основы имитационного моделирования (Контрольная работа)</p> <p>Моделирование с использованием системы имитационного моделирования (Контрольная работа)</p>

		<p>процессов  проводить расчёты с  аналитическими моделями  и эксперименты с  имитационными  компьютерными моделями  для анализа  производственных и  социально-экономических  процессов</p>	
ОК-7	ОК-7(Компетенция)	<p>Знать:  методы решения  информационно-  производственных и  социально-экономических  задач с применением  методов математического  и имитационного  компьютерного  моделирования  Уметь:  использовать методы  теории массового  обслуживания и  программные системы  имитационного  моделирования для  решения  производственных и  социально-экономических  задач  использовать навыки  алгоритмизации и</p>	<p>Математические модели (Контрольная работа)  Основы имитационного моделирования (Контрольная работа)  Моделирование с использованием системы имитационного  моделирования (Контрольная работа)</p>

		применения типовых аналитических моделей и разработанных имитационных компьютерных моделей для анализа производственных и социально-экономических процессов	
--	--	---	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. 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: принципы построения и методы разработки математических и имитационных моделей дискретных процессов и систем	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

## КМ-2. 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: методы решения информационно-производственных и социально-экономических задач с применением методов математического и имитационного компьютерного моделирования	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

## 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: методы теории систем и построения для них аналитических и имитационных моделей анализа информационных потоков и расчёта эффективности систем и технологий	1.Какие типы приоритетов предусмотрены в системе GPSS? Привидите примеры их применения.
Уметь: использовать типовые математические методы и компьютерные средства имитационного моделирования для анализа и совершенствования производственных и социально-экономических процессов	1.Что такое простейший поток, какими тремя свойствами он должен характеризоваться?
Уметь: использовать методы теории массового обслуживания и программные системы имитационного моделирования для решения производственных и социально-экономических задач	1.Приведите примеры трёх признаков классификации систем типа СМО.

**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*

**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:**

Уметь: проводить расчёты с аналитическими моделями и эксперименты с имитационными компьютерными моделями для анализа производственных и социально-экономических процессов	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: использовать навыки алгоритмизации и применения типовых аналитических моделей и разработанных имитационных компьютерных моделей для анализа производственных и социально-экономических процессов	1. Модель турникета на футбольном стадионе Зрители подходят к турникету футбольного стадиона каждые $7 \pm 7$ секунд и встают в очередь, в которой находятся до тех пор, пока не пройдут на стадион. Проход через турникет занимает $5 \pm 3$ 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*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

<b>НИУ МЭИ</b>	<b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №</b> Кафедра <i>Безопасности и информационных технологий</i> Дисциплина «Математическое и имитационное моделирование»	Утверждаю: Зав. каф. БИТ
		Протокол № « » 2021 г.
<p>1. Понятие FUNCTION в GPSS, типы функций – непрерывные и дискретные, примеры применения в имитационных моделях сложных конфигураций схем СМО (микропроцессорные системы).</p> <p>2. Что такое событие в аналитических (математических ) моделях дискретных систем, требования к свойствам потоков событий, учёт этих свойств при построении аналитических и имитационных моделей. Примеры.</p> <p>3. Задача. Построить GPSS-модель ОКУ без отказов с 2-мя потоками заявок на входе с различными относительными приоритетами. Исходные данные – интенсивности входных потоков и их обслуживания - задать с учётом обеспечения ненасыщенного режима работы ОКУ</p>		

## 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: ОПК-3(Компетенция)**

#### **Вопросы, задания**

- 1.4. Классификация моделей СМО по признакам применительно к задачам анализа дискретных процессов и систем.
- 2.8. Перечень характеристик типовых устройств обслуживания заявок, принципы построения для них уравнений с помощью аналитических моделей.
- 3.10. 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.
- 4.11. 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.
- 5.13. Сравнительный анализ двух принципов имитационного моделирования систем во времени: по интервалам времени и по событиям. Средства GPSS, реализующие событийный принцип моделирования .

6.21. 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. 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. 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

## 2. Компетенция/Индикатор: ОК-7(Компетенция)

### 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)

## ***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*

## ***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.