

**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: Информационное и программное обеспечение бизнес-процессов**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очно-заочная**

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

**Москва  
2021**

## 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	Крепков И.М.
	Идентификатор	R04da5bdb-KrepkovIM-33fe3095

(подпись)

И.М.  
Крепков  
(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-1 Способен проводить моделирование, анализ и совершенствование бизнес-процессов и информационно-технологической инфраструктуры предприятия в интересах достижения его стратегических целей с использованием современных методов и программного инструментария

ИД-1 Использует основы математики, вычислительной техники и программирования, моделирования

2. ОПК-4 Способен понимать принципы работы информационных технологий; использовать информацию, методы и программные средства ее сбора, обработки и анализа для информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений

ИД-2 Проводит анализ информации и применяет современные системы принятия решений

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

6 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-1	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Использует основы математики, вычислительной техники и программирования, моделирования	Знать: термины и понятия моделирования дискретных процессов и систем, аксиоматику разработки математических и имитационных моделей технологических и социально-экономических процессов и систем 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 Уметь: применять математические	Основы методологии моделирования (Тестирование) Математические модели (Контрольная работа) Основы имитационного моделирования (Контрольная работа)

		методы и имитационные средства моделирования для решения нестандартных задач совершенствования производственных процессов использовать типовые математические методы и компьютерные средства имитационного моделирования для решения производственных и социально-экономических задач	
ОПК-4	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub> Проводит анализ информации и применяет современные системы решений	Знать: математические и имитационные методы моделирования производственно-технологических и социально-экономических процессов и систем математические и методологические обоснования применения аналитических и имитационных моделей для исследования вариантов проектируемых систем и анализа и оптимизации управления	Основы имитационного моделирования (Контрольная работа) Моделирование с использованием системы имитационного моделирования (Контрольная работа)

		<p>информационных систем и систем массового обслуживания типа производственно-технологических и социально-экономических процессов</p> <p>Уметь:</p> <p>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-экономических процессов</p> <p>логически обосновывать выбор и применение современных интеллектуальных технологий и компьютерных программных средств разработки математических и имитационных моделей</p>	
--	--	---	--

		непрерывных и дискретных процессов для сравнительного анализа вариантов проектирования и оптимального управления в информационных системах и системах массового обслуживания	
--	--	--	--



## 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: термины и понятия моделирования дискретных процессов и систем, аксиоматику разработки математических и имитационных моделей технологических и социально-экономических процессов и систем	1. Входящий поток заявок называется потоком без последствия, 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: 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 условия должны выполняться для построения аналитических моделей с неограниченной очередью?
Уметь: использовать типовые математические методы и компьютерные средства имитационного моделирования для решения производственных и социально-экономических задач	1.Какие величины являются исходными параметрами для моделирования систем массового обслуживания (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-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:**

<p>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</p>	<p>1. В чём сходство и различие понятия СОБЫТИЕ в аналитических и имитационных моделях СМО?</p>
<p>Уметь: применять математические методы и имитационные средства моделирования для решения нестандартных задач совершенствования производственных процессов</p>	<p>1. Приведите примеры трёх признаков классификации систем типа СМО.</p>
<p>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</p>	<p>1. Что такое простейший поток, какими тремя свойствами он должен характеризоваться?</p>

**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:**

Знать: математические и имитационные методы моделирования производственно-технологических и социально-экономических процессов и систем	1.Привести примеры имитации равновероятного распределения.?
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-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

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

<b>НИУ МЭИ</b>	<b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20</b> Кафедра <i>Безопасности и информационных технологий</i> Дисциплина «Математическое и имитационное моделирование»	Утверждаю: Зав. каф. БИТ А.Ю.Невский  Протокол № « » 2021 г.
<p>1. Последовательность действий построения аналитической модели СМО по схеме, графу состояний, уравнений Колмогорова, решения системы уравнений: на примере 2-хканальной СМО без отказа</p> <p>2. Средства языка GPSS, предназначенные для моделирования циклов и замкнутых структур в алгоритмах производственных процессов .</p> <p>3. Задача. Построить GPSS-модель МКУ с ограниченной очередью заявок на входе. Исходные данные задать с учётом ненасыщенности режима работы МКУ.</p> <p style="text-align: right;">Дорошенко А.Н.</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:** ИД-1<sub>ОПК-1</sub> Использует основы математики, вычислительной техники и программирования, моделирования

### **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-2ОПК-4 Проводит анализ информации и применяет современные системы принятия решений

### Вопросы, задания

- 1.1. Понятие марковского процесса, его роль в построении ТМО
- 2.2. Понятие простейшего потока событий (например, входного потока заявок в СМО), его свойства и роль этих свойств при построении аналитической модели СМО.
- 3.3. Аксиомы теории массового обслуживания (ТМО) – требования к случайным потокам событий: ординарность, стационарность, без последействия. В чём проявляются эти положения при решении задач расчета характеристик СМО?
- 4.4. Классификация моделей СМО по признакам применительно к задачам анализа дискретных процессов и систем.
- 5.5. Алгоритм построения аналитической модели СМО по графу состояний системы: Варианты представления графа состояний для одноканальных и многоканальных СМО с отказами .
- 6.6. Алгоритм построения аналитической модели СМО по графу состояний системы: Варианты представления графа перехода для одноканальных СМО без отказов и с ограниченной очередью. .
- 7.7. Принципы построения аналитических моделей систем массового обслуживания, алгоритм построения системы уравнений Колмогорова .
- 8.8. Перечень характеристик типовых устройств обслуживания заявок, принципы построения для них уравнений с помощью аналитических моделей.
- 9.9. Виды приоритетов в СМО. Принципы обслуживания заявок с приоритетами в одноканальных СМО.
- 10.12. Виды приоритетов в СМО. Принципы обслуживания заявок с приоритетами в одноканальных СМО
- 11.14. Понятие модельного времени, способ задания длительности моделирования, средства имитации интервалов времени в системе GPSS.
- 12.15. Понятие транзакта, его назначение, атрибуты транзакта. Средства в GPSS, обеспечивающие порождение заявок (транзактов) и задание им определенных индивидуальных свойств.
- 13.16. Параметры транзакта: назначение, задание их количества, средства задания значения параметру и его изменение в процессе моделирования. Примеры применения параметров транзакта в моделях
- 14.17. Алгоритм перемещения транзакта по блокам GPSS-программы.
- 15.18. Принципы работы моделирующего алгоритма в системе GPSS: списки событий и режимы выбора транзактов из списков
- 16.19. Понятие стандартного числового атрибута (СЧА) в GPSS и применение СЧА при моделировании и исследовании характеристик объектов обслуживания.
- 17.20. Стандартные числовые и логические атрибуты объектов типа FACILITY. Применение этих атрибутов при моделировании структур и алгоритмов функционирования экономических систем.
18. 21. Стандартные числовые и логические атрибуты объектов типа STORAGE и применение этих атрибутов при моделировании структур и алгоритмов функционирования экономических систем.

- 19.22. Средства языка GPSS, предназначенные для моделирования циклов и замкнутых структур в алгоритмах производственных процессов.
- 20.23. Применение логических ключей при моделировании зависимых процессов на GPSS. вычислительных систем и сетей.
- 21.24. Средства моделирования ветвящихся и циклических процессов на языке GPSS и применение этих средств.
- 22.25. Средства языка GPSS, позволяющие имитировать параллельные процессы.
- 23.26. Средства синхронизации процессов на языке GPSS и применение этих средств для моделирования на примере технологических процессов или процессов в ЭВМ, ВС и в сетях.
- 24.27. Понятие функции в GPSS , примеры её применения в моделях.
- 25.28. Средства языка GPSS, реализующие имитацию дисциплин FIFO, LIFO обслуживания заявок в системах. Примеры применения этих дисциплин при моделировании в производственно-технологических процессах, в бытовых ситуациях и т.д..
- 26.29. Понятие синхронизации процессов, их виды и средства языка GPSS, позволяющие имитировать синхронизацию дискретных процессов.
- 27.30. Блок SELECT как средство выбора направления перемещения транзакта в текущий момент времени моделирования, варианты выбора условия перемещения транзакта (примеры его применения).
- 28.31. Средства сбора и обработки статистических результатов моделирования в системе GPSS
- 29.32. Средства моделирования ветвящихся процессов на языке GPSS и применение этих средств при моделировании сетевых структур.
- 30.33. Стандартные числовые атрибуты очереди и их применение в GPSS-моделях.
- 31.34. Моделирование на языке GPSS системы взаимосвязанных потоков (на примере транспортных задач типа такси-пассажиры или взаимодействия двух вычислительных процессов, выполнение одного из которых зависит от состояния выполнения другого).

### **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 ( $\lambda$ );
2. среднее значение экономического показателя за определенный промежуток времени ( $Y_{\text{ср}}$ );
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  $A$
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

### ***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.