

**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
2022**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|--|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Шихин В.А. |
| | Идентификатор | Rb9b22309-ShikhinVA-ab30e2ff |

(подпись)

В.А. Шихин

(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. ПК-15 умение проектировать архитектуру электронного предприятия

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 |
|--------------------|--------------------|--|---|
| ПК-15 | ПК-15(Компетенция) | Знать: принципы построения и методы разработки математических и имитационных моделей дискретных процессов и систем методы решения информационно-производственных и социально-экономических задач с применением методов математического и имитационного компьютерного моделирования методы теории систем и построения для них аналитических и имитационных моделей анализа информационных потоков и расчёта эффективности систем и технологий Уметь: | Основы методологии моделирования (Тестирование) Математические модели (Контрольная работа) Основы имитационного моделирования (Контрольная работа) Моделирование с использованием системы имитационного моделирования (Контрольная работа) |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | <p>проводить расчёты с аналитическими моделями и эксперименты с имитационными компьютерными моделями для анализа производственных и социально-экономических процессов</p> <p>использовать методы теории массового обслуживания и программные системы имитационного моделирования для решения производственных и социально-экономических задач</p> <p>использовать навыки алгоритмизации и применения типовых аналитических моделей и разработанных имитационных компьютерных моделей для анализа производственных и социально-экономических процессов</p> <p>использовать типовые математические методы и компьютерные средства</p> | |
|--|--|---|--|

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | имитационного моделирования для анализа и совершенствования 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 методы теории массового обслуживания и программные системы имитационного моделирования для решения производственных и социально-экономических задач | 1.Что такое простейший поток, какими тремя свойствами он должен характеризоваться? |
| Уметь: использовать типовые математические методы и компьютерные средства имитационного моделирования для анализа и совершенствования производственных и социально-экономических процессов | 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: 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 ± 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. |
| 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). |

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

| | | |
|---|---|-----------------------------|
| НИУ МЭИ | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 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: ПК-15(Компетенция)

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 последствия. 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.
- 10.10. 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.
- 11.11. 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.
- 12.12. Виды приоритетов в СМО. Принципы обслуживания заявок с приоритетами в одноканальных СМО
- 13.13. Сравнительный анализ двух принципов имитационного моделирования систем во времени: по интервалам времени и по событиям. Средства GPSS, реализующие событийный принцип моделирования .
- 14.14. Понятие модельного времени, способ задания длительности моделирования, средства имитации интервалов времени в системе GPSS.
- 15.15. Понятие транзакта, его назначение, атрибуты транзакта. Средства в GPSS, обеспечивающие порождение заявок (транзактов) и задание им определенных индивидуальных свойств.
- 16.16. Параметры транзакта: назначение, задание их количества, средства задания значения параметру и его изменение в процессе моделирования. Примеры применения параметров транзакта в моделях
- 17.17. Алгоритм перемещения транзакта по блокам GPSS-программы.
- 18.18. Принципы работы моделирующего алгоритма в системе GPSS: списки событий и режимы выбора транзактов из списков
- 19.19. Понятие стандартного числового атрибута (СЧА) в GPSS и применение СЧА при моделировании и исследовании характеристик объектов обслуживания.
- 20.20. Стандартные числовые и логические атрибуты объектов типа FACILITY. Применение этих атрибутов при моделировании структур и алгоритмов функционирования экономических систем.
- 21.21. Стандартные числовые и логические атрибуты объектов типа STORAGE и применение этих атрибутов при моделировании структур и алгоритмов функционирования экономических систем.
- 22.22. Средства языка GPSS, предназначенные для моделирования циклов и замкнутых структур в алгоритмах производственных процессов.
- 23.23. Применение логических ключей при моделировании зависимых процессов на GPSS. вычислительных систем и сетей.
- 24.24. Средства моделирования ветвящихся и циклических процессов на языке GPSS и применение этих средств.
- 25.25. Средства языка GPSS, позволяющие имитировать параллельные процессы.
- 26.26. Средства синхронизации процессов на языке GPSS и применение этих средств для моделирования на примере технологических процессов или процессов в ЭВМ, ВС и в сетях.
- 27.27. Понятие функции в GPSS , примеры её применения в моделях.
- 28.28. 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..

- 29.29. Понятие синхронизации процессов, их виды и средства языка GPSS, позволяющие имитировать синхронизацию дискретных процессов.
- 30.30. Блок SELECT как средство выбора направления перемещения транзакта в текущий момент времени моделирования, варианты выбора условия перемещения транзакта (примеры его применения).
- 31.31. Средства сбора и обработки статистических результатов моделирования в системе GPSS
- 32.32. Средства моделирования ветвящихся процессов на языке GPSS и применение этих средств при моделировании сетевых структур.
- 33.33. Стандартные числовые атрибуты очереди и их применение в GPSS-моделях.
- 34.34. 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 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)

2. 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)

3. 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

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.