

**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: Прикладная информатика в энергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Моделирование бизнес-процессов в энергетике**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гашо Е.Г.
	Идентификатор	R913da1fa-GashoYG-eb0efe14

Е.Г. Гашо

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щербатов И.А.
	Идентификатор	R6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17

И.А.
Щербатов

Заведующий
выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Яворовский Ю.В.
	Идентификатор	R7e35b260-YavorovskyYV-dabb149

Ю.В.
Яворовский

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-1 Способен участвовать в проектировании информационных систем для предприятий энергетики

ИД-3 Разрабатывает модели бизнес-процессов предприятий энергетики

2. РПК-1 Способен принимать участие в управлении работами по сопровождению и проектами создания (модификации) ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы

ИД-2 Способен выявлять, собирать, систематизировать, документировать и анализировать требования в рамках управления работами по сопровождению и проектов создания (модификации) ИС

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Контрольная работа № 2 (Индивидуальный проект)
2. Контрольная работа № 3 (Индивидуальный проект)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Устный опрос № 1 (Дискуссия)

БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Введение в моделирование бизнес-процессов					
Имитационное моделирование бизнес-процессов			+		
Многоподходное имитационное моделирование					
Агентное, дискретно-событийное, системно-динамическое моделирование процессов			+		
Этапы в исследования систем с помощью моделирования					

Этапы в построения имитационных моделей		+		
Понятие адекватности, верификации и валидации модели				
Проверка адекватности, верификация и валидация модели			+	+
Выбор входных распределений вероятностей				
Методы определения распределений		+		
Планирование компьютерного эксперимента				
Планирование имитационного компьютерного эксперимента	+	+		+
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-1	ИД-3ПК-1 Разрабатывает модели бизнес-процессов предприятий энергетики	Знать: Основные принципы, технологии, подходы моделирования бизнес-процессов Уметь: Разрабатывать планы проведения имитационных экспериментов, анализировать и интерпретировать выходные данные модели Использовать на практике современные пакеты для создания многоподходных имитационных моделей, востребованных в российских предприятиях сферы энергетики	Устный опрос № 1 (Дискуссия) Контрольная работа № 2 (Индивидуальный проект) Контрольная работа № 3 (Индивидуальный проект)
РПК-1	ИД-2РПК-1 Способен выявлять, собирать, систематизировать, документировать и анализировать требования в рамках управления	Уметь: Проектировать концептуальные и программные модели, документально оформлять и использовать результаты	Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)

	работами по сопровождению и проектов создания (модификации) ИС	моделирования	
--	---	---------------	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Контрольная работа № 1

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент решает задачу, поясняя порядок и полученные результаты

Краткое содержание задания:

Администрация крупного гаража контролирует политику управления запасами в отношении одного из видов шин. Распределение еженедельного спроса на данный вид шин приведено ниже:

Спрос за неделю	20	30	40
Вероятность	0,1	0,6	0,3

Начальный запас шин составляет 150 шт., причем администрация гаража приняла решения о подачах заказов на партии шин размером в 120 шт., каждый раз, когда их запас опускается ниже уровня в 100 шт. Кроме того, прошлый опыт показывает, что интервалы времени между подачей заказа и осуществлением поставок изменяются следующим образом:

Время поставки заказа, недель	2	3	4
Вероятность	0,2	0,6	0,2

Единичная стоимость хранения запасов равна 0,5 у.е. в неделю и рассчитывается для общего размера запаса, оставшегося на конец недели. Стоимость заказа – 12 у.е., а отсутствие шин оценивается в 0,27 у.е. за каждую недостающую шину.

Случайные числа для выполнения задания:

Спрос за неделю	6 9 1 4 5 1 8 9 3 1 0 6 8 0 7 2 3 9 9 5
Время поставки	0 3 9 8 5 6 9 1 4 5 1 8 9 3 1 0 6 8 0 7

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Проектировать концептуальные и программные модели, документально оформлять и использовать результаты моделирования	1.Используя имитационную модель для периода в 20 недель, оцените среднюю стоимость проведения изложенной выше политики в неделю. Принимается предпосылка, что расчеты проводятся в конце недели, а подача заказов и поставки по ним – в начале недели.
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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: 60

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-2. Устный опрос № 1

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Дискуссия

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент дает развернутые ответы на вопросы

Краткое содержание задания:

1. Охарактеризуйте дискретно-событийное имитационное моделирование
2. Охарактеризуйте логику работы компонентов дискретно-событийной имитационной модели в Anylogic:

1. Ресурсы
2. Агент
3. Типовые операции

Для чего используется библиотека моделирования процессов в Anylogic?

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Основные принципы, технологии, подходы моделирования бизнес-процессов	1. В чем сущность дискретно-событийного моделирования? 2. С каких блоков начинается и заканчивается имитационная модель? 3. Что понимается под агентами в дискретно-событийном моделировании? 4. Из-за чего образуются очереди в дискретно-событийной модели? 5. Перечислите типовые результаты дискретно-событийно модели? 6. Назовите элементы разметки графического пространства в Anylogic? 7. Как сослаться на элемент модели из параметра блока 8. Как создать трехмерную анимацию модели в Anylogic? 9. Какими способами можно задать время задержки для блока Delay? 10. Для чего используются аттракторы в узлах?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено

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

КМ-3. Контрольная работа № 2

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Индивидуальный проект

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент выполняет типовое индивидуальное задание в пакете имитационного моделирования Anylogic

Краткое содержание задания:

На регулировочный участок цеха через случайные интервалы времени поступают по два агрегата через каждые T_1 минут. Первичная регулировка проводится для двух агрегатов одновременно и занимает T_2 минут. Если в момент поступления агрегатов операция регулировки занята, агрегаты на первичную регулировку не принимаются и поступают в промежуточный накопитель, в котором *ждут* дальнейшей обработки. Агрегаты, которые прошли первичную регулировку, поступают попарно на вторичную регулировку, которая выполняется за T_3 минут (в результате получаем агрегаты первого сорта). Агрегаты, не прошедшие первичную регулировку, с промежуточного накопителя поступают по одному на частичную регулировку (время регулировки – T_4 минут для каждого агрегата). В результате получают агрегаты второго сорта. Величины T_2 , T_3 и T_4 заданы в табл. 5 своими средними значениями. Они распределены по экспоненциальному закону распределения.

Прибыль от реализации одного агрегата первого сорта составляет S_1 единиц стоимости, второго сорта – S_2 единиц стоимости. Уменьшение на одну минуту средней длительности первичной, вторичной и частичной регулировок требует, соответственно, дополнительных затрат – S_3 , S_4 , S_5 единиц стоимости на каждую деталь. Изменение длительности регулировок можно выполнять независимо друг от друга.

Варианты заданий приведены в табл.

Вариант	Параметры								
	T_1	T_2	T_3	T_4	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
1	30 10	30	60	50	300	200	5	3	8
2	40 8	40	80	60	500	220	7	4	7
3	45 10	45	90	65	600	300	8	3	9
4	35 8	35	70	55	450	210	6	4	6

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Разрабатывать планы проведения имитационных экспериментов, анализировать и интерпретировать выходные данные модели	1. Определить наиболее выгодную с точки зрения экономической эффективности длительность первичной, вторичной и частичной регулировок
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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: 60

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. Контрольная работа № 3

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Индивидуальный проект

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент выполняет типовое индивидуальное задание в пакете имитационного моделирования Anylogic

Краткое содержание задания:

Роботизированная производственная система имеет два станка с числовым программным управлением, три робота, пункт прибытия и склад обработанных деталей. Детали прибывают на пункт прибытия в соответствии с экспоненциальным законом распределения со средним значением t_0 секунд, захватываются одним из свободных роботов и перемещаются к первому станку, после чего робот освобождается. После завершения обработки на первом станке деталь захватывается одним из роботов и перемещается на второй станок, а после обработки на втором станке одним из роботов перемещается на склад обработанных деталей.

Время перемещения робота между пунктом прибытия и первым станком, первым и вторым станками, вторым станком и складом составляет t_1 , t_2 , t_3 секунд, соответственно, независимо от того, «холостой» это ход или нет. Роботу необходимо время $t_4 \pm t_5$ секунд на захват или освобождение деталей. Время обработки на первом станке распределено по нормальному закону со средним значением t_6 секунд и имеет стандартное отклонение t_7 секунд. Время обработки на втором станке имеет экспоненциальный закон распределения со средним значением t_8 секунд.

Варианты заданий приведены в табл.

Вариант	Параметры								
	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8
1	40	6	7	5	8	1	60	10	100
2	60	8	9	7	10	2	80	15	140
3	70	10	15	20	15	3	140	20	180
4	50	7	8	6	9	1,5	70	12	120

Контрольные вопросы/задания:

Уметь:	Использовать	на	1. Определить наилучший (с точки зрения
--------	--------------	----	--

практике современные пакеты для создания многоподходных имитационных моделей, востребованных в российских предприятиях сферы энергетики	повышения пропускной способности производственной системы) способ закрепления роботов за операциями. Возможные варианты закрепления: · по одному роботу на каждый из трех путей перемещения деталей (пункт прибытия - первый станок, первый станок - второй станок, второй станок - склад); · каждый робот может использоваться на каждом из путей перемещения деталей (при этом должен использоваться ближайший из роботов). Найти: 1) распределение времени прохождения деталей; 2) коэффициенты использования роботов и станков; 3) максимальную емкость бункера для хранения деталей на участке прибытия.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Решение задачи по имитационному моделированию

Задание

Администрация крупного гаража контролирует политику управления запасами в отношении одного из видов шин. Распределение еженедельного спроса на данный вид шин приведено ниже:

Спрос за неделю	20	30	40
Вероятность	0,1	0,6	0,3

Начальный запас шин составляет 150 шт., причем администрация гаража приняла решения о подачах заказов на партии шин размером в 120 шт., каждый раз, когда их запас опускается ниже уровня в 100 шт. Кроме того, прошлый опыт показывает, что интервалы времени между подачей заказа и осуществлением поставок изменяются следующим образом:

Время поставки заказа, недель	2	3	4
Вероятность	0,2	0,6	0,2

Единичная стоимость хранения запасов равна 0,5 у.е. в неделю и рассчитывается для общего размера запаса, оставшегося на конец недели. Стоимость заказа – 12 у.е., а отсутствие шин оценивается в 0,27 у.е. за каждую недостающую шину.

Используя имитационную модель для периода в 20 недель, оцените среднюю стоимость проведения изложенной выше политики в неделю. Принимается предпосылка, что расчеты проводятся в конце недели, а подача заказов и поставки по ним – в начале недели.

Случайные числа для выполнения задания:

Спрос за неделю	6 9 1 4 5 1 8 9 3 1 0 6 8 0 7 2 3 9 9 5
Время поставки	0 3 9 8 5 6 9 1 4 5 1 8 9 3 1 0 6 8 0 7

Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа на теоретические вопросы и пояснение выполнения практического задания. Время на выполнение задания/подготовку ответа – 50 минут

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-3ПК-1 Разрабатывает модели бизнес-процессов предприятий энергетики

Вопросы, задания

1. Понятие и методы повышения адекватности, верификации и валидации имитационной модели. Особенности проверки на адекватность. Выбор уровня детализации. Процедуры для сравнения модельных и системных выходных данных.

2. Выбор входных распределений вероятностей. Методы определения распределений. Непрерывные, дискретные и эмпирические распределения. Методы оценки для выборочной независимости. Методика выбора распределений.
3. Планирование экспериментов. Организация и проведение имитационного эксперимента. Типы экспериментов.
4. План однофакторного эксперимента и процедуры обработки результатов эксперимента.
5. Факторный анализ, полный и дробный факторный эксперимент и математическая модель.
6. Понятие об агентном моделировании.
7. Принципы построения системно-динамических имитационных моделей.
8. Управление модельным временем.
9. Компоненты имитационной модели.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Модель, в которой описывается поведение множества объектов, которые образуют поведение системы в целом

Ответы:

- а) Агентная модель
- б) Системная динамика
- в) Дискретно-событийная модель
- г) Система массового обслуживания

Верный ответ: а

2. Процесс построения модели, как правило, предполагает:

Ответы:

- а) Описание всех свойств исследуемого объекта
- б) Выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта
- в) Выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи
- г) Описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта
- д) Выделение не более трех существенных признаков объекта.

Верный ответ: б

3. Установите соответствие между терминами и их определениями

Ответы:

1. Концептуальное моделирование
 2. Физическое моделирование
 3. Структурно – функциональное
 4. Математическое (логико-математическое) моделирование
 5. Имитационное (программное) моделирование
- А. При котором логико-математическая модель исследуемой системы представляет собой алгоритм функционирования системы, программно-реализуемый на компьютере.
- Б. Представление системы с помощью специальных знаков, символов, операций над ними или с помощью естественных или искусственных языков,
- В. Моделируемый объект или процесс воспроизводится исходя из соотношения подобия, вытекающего из схожести физических явлений
- Г. Моделями являются схемы (блок-схемы), графики, диаграммы, таблицы, рисунки со специальными правилами их объединения и преобразования
- Д. Построение модели осуществляется средствами математики и логики.

Верный ответ: 1-Б, 2-В, 3-Г, 4-Д, 5-А

4. Почему информационный подход к моделированию получил сегодня распространение?

Ответы:

- а) в компаниях накоплены большие массивы данных
- б) такие модели учитывают специфику моделируемого объекта
- в) использование аналитических моделей абсолютно неэффективно
- г) появились компьютерные средства для создания информационных моделей
- д) появилось большое количество специалистов по анализу данных

Верный ответ: а, б, г

5. Кардинально противоположным методом моделирования по отношению к детерминированному является:

Ответы:

- а) Стохастическое
- б) Математическое
- в) Физическое
- г) Непрерывное

Верный ответ: а

6. Система состоит из:

Ответы:

- а) объектов, которые называются свойствами системы
- б) набора отдельных элементов
- в) объектов, которые называются элементами системы

Верный ответ: а

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{РПК-1} Способен выявлять, собирать, систематизировать, документировать и анализировать требования в рамках управления работами по сопровождению и проектов создания (модификации) ИС

Вопросы, задания

1. Общая схема имитационного моделирования. Эффективность моделирования.
2. Дискретно-событийное моделирование. Виды задач дискретно-событийного моделирования.
3. Моделирование систем массового обслуживания и систем управления запасами.
4. Этапы исследования систем с помощью имитационного моделирования. Преимущества, недостатки и ошибки имитационного моделирования.
5. Программное обеспечение имитационного моделирования.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Для описания поведения объекта во времени используется следующий вид моделирования:

Ответы:

- а) Динамическое моделирование
- б) Статическое моделирование
- в) Кинетическое моделирование
- г) Временное моделирование

Верный ответ: а

2. Последовательность этапов моделирования:

Ответы:

- а) цель, объект, модель, метод, алгоритм, программа, эксперимент, анализ, уточнение
- б) объект, цель, модель, эксперимент, программа, анализ, тестирование
- в) цель, модель, объект, алгоритм, программа, эксперимент, уточнение выбора объекта

Верный ответ: а

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.

Оценка: 2

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу