МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Информационные технологии»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»

Ростов-на-Дону

ДГТУ

2023

УДК 004.94

Составитель: ст. преподаватель И.В. Садовая

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Моделирование информационных систем». Часть 1 - Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2023.- 13 с.

Предназначены для обучающихся по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» всех форм обучения.

УДК 004.94

Печатается по решению редакционно-издательского совета

Донского государственного технического университета

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Информационные технологии»,

д-р техн. наук, профессор Б.В. Соболь

В печать \_\_\_.\_\_\_. 20\_\_\_г.

Формат 60×84/16. Объем\_\_\_усл.п.л.

Тираж \_\_\_экз. Заказ №\_\_\_.

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:

344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1

©Донской государственный

технический университет, 2023

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

**КЛАССИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ**

Цели работы: - научиться выявлять объекты и их модели в предметной области;

- изучить на практике классификацию моделей

Порядок выполнения лабораторной работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.

2. Выполнить задания, согласно варианту, выданному преподавателем.

3. Продемонстрировать результаты работы преподавателю. Ответить на контрольные вопросы.

4. Оформить отчет

Лабораторная работа № 1.1

Классификация моделей по различным признакам

Задание.

На указанных в индивидуальном варианте рисунках, выбрать объекты-оригиналы и определить для них модели, а также найти модели и к ним определить объекты-оригиналы. Привести классификацию 20 (двадцати) полученных моделей. Результаты исследований занести в таблицу 1.1. Жирным шрифтом выделить объекты или модели, которые изображены на рисунке.

Таблица 1.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Объект-ориги-нал | Цель моделиро-вания | Признаки отраженные в модели | | Модель | Признаки классификации | Обоснование принадлежности |
| Существенные свойства объекта-оригинала | Действия |
|  |  |  |  |  |  |  |

Лабораторная работа № 1.2

Выявление информационных моделей в различных предметных областях

Задание.

Проанализировать предметные области, выбранные согласно варианту, выданному преподавателем, и кратко описать их. В указанных предметных областях, выявить объекты и их информационные модели согласно классификации по форме представления. Результат оформить в виде таблицы 1.2.

Таблица 1.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Предметная область | Объект (оригинал) | Информационная модель | Форма представления модели |
|  |  |  |  |

Лабораторная работа № 1.3

Классификация структурных информационных моделей

Задание.

1. Рассмотреть карточки с изображением моделей, согласно варианту, выданному преподавателем. Определить к какой классификации относятся данные модели.

2. Распределить номера карточек с моделями в пустые квадраты нижеприведенной классификационной схемы (рис. 1.1):



Рисунок 1.1 – Классификационная схема структурных информаионных моделей

Контрольные вопросы:

1. Что такое объект?

2. Перечислите причины создания моделей.

3. Что такое модель?

4. Что такое моделирование?

5. По каким признакам можно классифицировать модели?

6. Что такое цель моделирования? Для чего она формулируется?

7. Что такое материальные модели?

8. Что такое информационная модель?

9. Что такое формализация?

10. Что определяют отношения между объектами?

11. Какие отношения могут возникать между объектами?

12. Приведите классификацию информационных моделей.

13. Приведите классификацию структурных информационных моделей

14. Приведите формы представления информационных моделей.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Цель работы: использовать возможности табличного процессора Excel для математического моделирования и решения оптимизационных задач на персональном компьютере.

Постановка задачи.

В аэропорту для перевозки пассажиров по «n» маршрутам может быть использовано «m» типов самолетов. Вместимость самолета i-гo типа равна «Ai» человек. Количество пассажиров, перевозимых по j-му маршруту за сезон, составляет «Bj» человек. Затраты, связанные с использованием самолета i-го типа на j-м маршруте, составляют «Sij». Определить, сколько рейсов {Xij} необходимо выполнить самолетами типа «i» на каждом из маршрутов «j», чтобы удовлетворить потребности в перевозках.

С точки зрения летного состава самым справедливым будет план, разработанный по принципу равного распределения рейсов на каждом маршруте, при котором x11 = х21, х12 = х22, х13 = х23 и т. д. Однако этот план (F1), назовем его первоначальным, будет чрезмерно затратным. Расчеты должны позволить произвести выбор между оптимальным планом, рациональными планами и первоначальным планом.

Порядок выполнения лабораторной работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.

1. Нарисовать схему, наглядно изображающую распределение рейсов самолетов разных типов по маршрутам на планируемый период.
2. Произвести описание математической модели, выбранной для оптимизации планирования.
3. Запустить табличный процессор Excel и ввести исходные данные, характеризующие использование воздушных судов на различных маршрутах.
4. Разместить в ячейках электронной таблицы изменяемые переменные, выражение целевой функции и левых частей уравнений-ограничений.
5. Выполнить расчеты по вариантам для получения оптимального плана и рациональных планов, используя для решения задачи линейного программирования надстройку «Поиск решения».
6. Сравнить полученные результаты оптимального плана и рациональных планов с первоначальным.
7. Сделать выводы по проведенному исследованию.
8. Продемонстрировать результаты работы преподавателю. Ответить на контрольные вопросы.
9. Оформить отчет с описанием работы и необходимыми копиями экрана.

Контрольные вопросы:

1. Что такое математическое моделирование?

2. Какие методы используются в математике для решения задач линейного программирования?

3. Какие специальные средства для обеспечения решения задач линейного программирования имеются в Excel?

4. Что такое целевая функция?

5. Что подразумевается под оптимальным планом в данной задаче?

6. Что подразумевается под рациональным планом?

7. Что подразумевается под первоначальным планом?

8. Какая переменная обозначена через Xij в данной задаче?

9. Какой физический смысл имеет выражение Sij\* Xij в целевой функции?

10. Какой физический смысл имеет выражение Аi \* Xij в уравнениях-ограничениях?

11. С чем связано введение дополнительного ограничения «k»?

12. Что такое симплекс-метод?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

КОМПЬЮТЕРНОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Цель работы:

- изучить возможности применения языка программирования Visual Basic for Applications (VBA) для реализации математических моделей в табличном процессоре Excel;

- закрепить навыки составления алгоритмов решения математических моделей для реализации на компьютере.

Постановка задачи.

Составить алгоритм и программу на языке VBA для вычисления значений *у* в соответствии с исходными данными.

Порядок выполнения лабораторной работы:

1. Произвести описание математической модели, выбранной согласно номеру варианта, выданному преподавателем.
2. Нарисовать блок-схему алгоритма реализации математической модели на компьютере.
3. Запустить табличный процессор Excel и с помощью макросов создать компьютерную модель на языке VBA.
4. Произвести анализ работы компьютерной модели на трех экспериментах.
5. Сделать выводы по проведенному исследованию.
6. Продемонстрировать работу преподавателю. Ответить на контрольные вопросы.
7. Оформить отчет с описанием работы и необходимыми копиями экрана.

Лабораторная работа 3.1

Применение языка программирования VBA для реализации математических моделей

с разветвляющимися вычислительными процессами в Excel

Задание. Составить алгоритм и программу на языке VBA для вычисления значений Y в соответствии с исходными данными, вводимыми с клавиатуры, а также организовать вывод формулы, по которой производился расчет.

Лабораторная работа 3.2

Применение языка программирования VBA для реализации математических моделей

обработки одномерных массивов в Excel

Задание.

Для вариантов 1-16. Составить алгоритм и программу на языке VBA для вычисления значения суммы S или произведения P членов ряда Y(Х), в соответствии с исходными данными. Количество элементов массива X и значения его элементов предварительно ввести на листе MS Excel. Результаты вычисления значений массива Y вывести на листе MS Excel, а значение S или P вывести в созданную экранную форму.

Для вариантов 17-30. Составить алгоритм и программу на языке VBA для вычисления значений элементов массива Y(Х) по формуле. Найти сумму S элементов массива Y, в соответствии с исходными данными. Количество элементов массива X и значения его элементов, предварительно ввести на листе MS Excel. Результаты вычисления значений массива Y вывести на листе MS Excel, а значение S вывести в созданную экранную форму.

Контрольные вопросы:

1. Понятие компьютерного математического моделирования

2. Основные операторы языка VBA

3. Понятие алгоритмического моделирования

4. Этапы компьютерного моделирования

Лабораторная работа №4

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Цель работы: научиться создавать и использовать имитационные модели динамических систем на примере маятника Фуко.

Постановка задачи.

Маятник Фуко представляет собой следующую систему: над центром вращающейся горизонтальной платформы подвешен маятник на длинном подвесе, такой маятник, отклонённый от равновесного положения, совершает колебания в плоскости, неподвижной в инерциальной системе отсчёта. Задача состоит в построении компьютерной и анимационной модели в среде моделирования, а также изучении на ней траекторий движения маятника.

Порядок выполнения лабораторной работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.

Динамическая система с непрерывным временем, называемая маятником Фуко, записывается в виде дифференциальных уравнений:

,

,



где *ω* – относительная частота, *L*- длина подвеса, *g* – гравитационная постоянная.

2. Построить имитационную модель. При выполнении лабораторной работы студент сначала, выполняет общее задание, а затем индивидуальное задание по варианту, предлагаемому преподавателем.

3. Продемонстрировать результаты работы преподавателю. Ответить на контрольные вопросы.

4. Оформить отчет с описанием работы и необходимыми копиями экрана.

Контрольные вопросы:

1. Понятие динамической системы.
2. Сущность имитационного моделирования динамических систем
3. Математическая модель заряженного пространственного осциллятора находящегося в однородном магнитном поле.
4. Перечислите области применения имитационного моделирования.

Лабораторная работа №5

**МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ**

Цель работы: научиться создавать и использовать модели системной динамики на примере модели распространения инноваций.

Постановка задачи.

Смоделировать процесс продажи нового товара в магазине, в который приходят покупатели (клиенты). Построить имитационную модель системной динамики, по которой необходимо узнать как происходит процесс продажи, и за счет чего происходит изменение продажи.

Порядок выполнения лабораторной работы:

1. Создать имитационную модель, изображенную на рисунке 5.1.

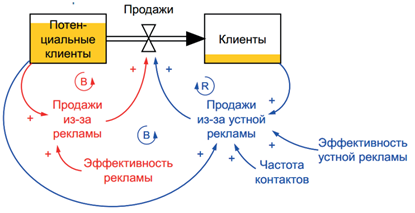


Рисунок 5.1 - Модель распространения инноваций

2. Указать следующие зависимости параметров модели:

;

;

;

.

3 Задать исходные данные модели согласно варианту, выданному преподавателем.

4. Провести анализ продаж нового продукта в магазине. Сделать выводы.

5. Продемонстрировать работу преподавателю. Ответить на контрольные вопросы.

6. Оформить отчет с описанием работы и необходимыми копиями экрана.

Контрольные вопросы:

1. Суть модели диффузии Ф.Басса.

2. Смысл системной динамики в имитационном моделировании.

3. Понятие имитационного моделирования.

4. Примеры использования системно-динамического моделирования

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

**СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИТИЧЕСКОГО И ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Цель работы: сравнение результатов имитационного моделирования с данными аналитических расчетов на примере модели обработки документов в организации.

### Постановка задачи.

Для приёма и обработки документов в организации назначена группа в составе N сотрудников. Ожидаемая интенсивность потока документов - λ документов в час распределена по экспоненциальному закону. Среднее время обработки одного документа одним сотрудником tобс мин. Каждый сотрудник может принимать документы из любой организации. Освободившийся сотрудник обрабатывает последний из поступивших документов. Поступающие документы должны обрабатываться с вероятностью не менее Р.

Определить, достаточно ли назначенной группы из N сотрудников для выполнения поставленной задачи. Найти оптимальное количество сотрудников для достижения указанной в задачи вероятности обработки поступающих документов. Расчет произвести аналитическим методом и с помощью имитационной модели. Сравнить результаты. Сделать выводы.

Исходные данные выбрать, согласно номеру варианта, выданному преподавателем.

Порядок выполнения лабораторной работы:

1. Разобраться с теоретическими основами аналитического решения задачи СМО с отказами.

2. Выполнить аналитический расчет индивидуальной задачи.

3. Создать имитационную модель обработки документов в организации.

4. Сравнить данные полученные аналитическим методом и с помощью имитационной модели. Сделать вывод.

5. Продемонстрировать работу преподавателю. Ответить на контрольные вопросы.

6. Оформить отчет с описанием работы и необходимыми копиями экрана.

Контрольные вопросы:

* 1. Понятие аналитического моделирования
  2. Приведите способы исследования аналитической модели
  3. Понятие имитационного моделирования
  4. Системы массового обслуживания (СМО). Основные понятия.
  5. Простейший поток событий и его свойства.
  6. Показатели эффективности использования СМО
  7. Что понимается под характеристикой эффективной работы СМО?
  8. Случайные процессы какого типа протекают в СМО?
  9. Что понимается под СМО с отказами?
  10. Физический смысл приведенной интенсивностью потока
  11. Расчет показателей эффективности многоканальной СМО с отказами.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СЕРВЕРА**

Цель работы: научиться использовать средства имитационного моделирования для подбора эффективных параметров работы сервера.

Постановка задачи:

Сервер обрабатывает запросы, поступающие с автоматизированных рабочих мест с интервалами, распределенными по экспоненциальному закону со средним значением IntPostZ мин. Время обработки поступающих запросов зависит от производительности сервера Q (оп/с) и вычислительной сложности запросов, распределенной по нормальному закону с математическим ожиданием S1 (оп) и среднеквадратическим отклонением S2 (оп). Сервер имеет входной буфер ёмкостью emkBuf запросов. Время моделирования 1 ч.

Сервер представляет собой однофазную систему массового обслуживания разомкнутого типа с ограниченной входной емкостью, то есть с отказами, и абсолютной надёжностью ([рис.](https://new2.intuit.ru/studies/courses/13846/1243/lecture/23951?page=3#image.1.11) 7.1).

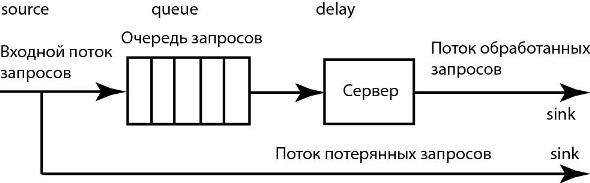


Рисунок 7.1 - Сервер как система массового обслуживания

В зависимости от исходных данных, выбранных согласно варианту, выданному преподавателем, построить имитационную модель для определения следующих показателей сервера:

- количество обработанных запросов;

- вероятность обработки запросов;

- среднее время обработки одного запроса;

- средняя длина очереди запросов к серверу;

- коэффициент использования сервера.

Порядок выполнения лабораторной работы:

1. Разобраться с теоретическими основами решения задач СМО.

2. Выполнить индивидуальное задание согласно варианту, выданному преподавателем.

3. Определить как изменятся показатели работы сервера, если увеличить его производительность в 1,5-2 раза. Сделать вывод.

4. Определить как изменятся показатели работы сервера, если изменить вероятность обработки запросов сервером. Сделать вывод.

5. Определить как изменятся показатели работы сервера, если увеличить интенсивность поступления запросов. Сделать вывод.

6. Определить как изменятся показатели работы сервера, если изменить емкость входного буфера в 2-3 раза. Сделать вывод.

7. Продемонстрировать работу преподавателю. Ответить на контрольные вопросы.

8. Оформить отчет с описанием хода выполнения работы и копиями экранов, поясняющих действия. Сделать выводы по работе модели сервера.

Контрольные вопросы:

* 1. Понятие имитационного моделирования
  2. Что понимается под характеристикой эффективной работы СМО?
  3. Случайные процессы какого типа протекают в СМО?
  4. Что понимается под СМО с отказами?
  5. Физический смысл приведенной интенсивностью потока
  6. Расчет показателей эффективности одноканальной СМО с отказами.
  7. Расчет показателей эффективности одноканальной СМО с ограниченной очередью.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

**ДИСКРЕТНО-СОБЫТИЙНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Цель работы: научиться создавать и использовать дискретно-событийные модели.

Постановка задачи: построить имитационную модель работы магазина на основе теории систем массового обслуживания.

Порядок выполнения лабораторной работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.

2. При выполнении лабораторной работы студент сначала, выполняет общее задание, а затем индивидуальное задание по варианту, предлагаемому преподавателем.

3. Продемонстрировать результаты работы преподавателю. Ответить на контрольные вопросы.

4. Оформить отчет с описанием работы и необходимыми копиями экрана.

Лабораторная работа 8.1

Моделирование простых систем массового обслуживания с очередью

Цель работы: научиться создавать и исследовать модели простых систем массового обслуживания (СМО) на примере модели магазина с терминалом самообслуживания.

Задание.

В магазине находится терминал самообслуживания, который предназначен для быстрого и эффективного обслуживания посетителей магазина. Покупатели прибывают в магазин с интенсивностью равной 0,3 в минуту. Каждый новый покупатель становятся в очередь, которая не должна превышать 15 человек. Предположим, что время, которое покупатель тратит в терминале самообслуживания распределено по треугольному закону со средним значением, равным 1.5, минимальным - равным 0.8 и максимальным - 3.5 минутам. Необходимо создать имитационную модель и проанализировать работу терминала самообслуживания.

Лабораторная работа 8.2

Моделирование сложных систем массового обслуживания с очередью

Цель работы: научиться создавать и исследовать модели сложных систем массового обслуживания на примере модели магазина с терминалом самообслуживания и кассирами.

Задание.

В магазине находятся терминал самообслуживания и стойки кассиров, которые предназначены для быстрого и эффективного обслуживания покупателей магазина. Быстрые операции с безналичным расчетом покупатели производят с помощью терминала самообслуживания, а более сложные операции, такие как покупка большого количества товаров или наличная оплата покупок – с помощью кассиров.

Требуется видоизменить модель из лабораторной работы 8.1, добавив некоторые условия и параметры. Ко всем кассирам будет вести одна общая очередь с максимальным количеством человек в этой очереди 20. Время обслуживания покупателей кассирами имеет треугольное распределение с минимальным значением равным 2.5, средним - 6, и максимальным - 11 минутам. Необходимо создать имитационную модель и проанализировать работу магазина.

Контрольные вопросы:

1. Что понимается под СМО с очередью?

2. Классификация СМО

3. Сферы применения СМО.

4. Случайные процессы какого типа протекают в СМО?

5. Какие разновидности имитационного моделирования существуют на сегодняшний день?

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учеб.для вузов -М.:Высш.шк., 2017.

2. Шелухин О. И. Моделирование информационных систем. Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия–Телеком, 2012.

3. Моделирование систем: конспект лекций: в2 ч.; ч. 1 / М.А. Беляева; Моск. гос. ун-т печати имени Ивана Федорова. - М. : МГУП имени Ивана Федорова, 2012.

4. Замятина О. М. Моделирование систем: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009.

5. Моделирование систем: учебное пособие / сост. Р.Г. Асадуллаев. – Белгород, 2016.

6. Бобков С.П. Моделирование систем: Учебное пособие. – Иваново: Изд-во ИГТХУ, 2008.

7. Моделирование информационных систем: конспект лекций/ В.С.ЩЕКЛЕИН. - Ульяновск: УлГТУ, 2002.

8. Основы математического моделирования: учебное пособие / С. В. Звонарев. - Екатеринбург: Изд‑во Урал. ун‑та, 2019.

9. Моделирование информационных систем [Электронный ресурс]: электрон. учеб.-метод. комплекс по дисциплине в LMS Moodle / Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т); авт.-сост. С.А. Прохоров. - Электрон. текстовые и граф. дан. - Самара, 2012.

10. Маликов Р. Ф. Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic 6: учеб. пособие / Р. Ф. Маликов. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2013.

11. Теория систем массового обслуживания: учеб. пособие / И. В. Солнышкина. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2015.

12. Самусевич Г.А. Основы теории массового обслуживания: учебное пособие. - Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009.

13. Введение в теорию массового обслуживания: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению «Информационные системы и технологии» / Е. К. Белый. – Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2014.

14. Моделирование систем. В 2 ч. Ч.1. Основы системотехники и исследования систем: курс лекций / К.Н. Мезенцев; под ред. д-ра техн. наук, проф.А.Б. Николаева. – М.: МАДИ, 2017.