**Федеральное государственное образовательное**

**бюджетное учреждение**

**высшего образования**

**«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ**

**ФЕДЕРАЦИИ»**

**(Финансовый университет)**

**Факультет**

**информационных технологий и анализа больших данных**

**Кафедра «Бизнес-информатика»**

**Расчетно-аналитическая работа по дисциплине**

**«Математические методы принятия решений»**

Студент группы БИ20-4:

Низовцев Виктор

Руководитель:

Аксенов Дмитрий Андреевич

Подпись:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Москва 2022**

Оглавление

[**1.** **Домашнее задание №5 “ Прогнозирование ”** 3](#_Toc106388307)

[**1.1.** **Условие задачи** 3](#_Toc106388308)

[**1.2.** **Описание выполнения задачи** 3](#_Toc106388309)

[**1.2.1.** **Математическая модель** 3](#_Toc106388310)

[**1.2.2.** **Реализация** 4](#_Toc106388311)

[**1.2.3.** **Тесты** 4](#_Toc106388312)

[**1.3.** **Итоги** 7](#_Toc106388313)

[**2.** **Домашнее задание №6 “Многокритериальная оптимизация”** 8](#_Toc106388314)

[**2.1.** **Условие задачи** 8](#_Toc106388315)

[**2.2.** **Описание выполнения задачи** 9](#_Toc106388316)

[**2.2.1.** **Математическая модель** 9](#_Toc106388317)

[**2.2.2.** **Реализация** 9](#_Toc106388318)

[**2.2.3.** **Тесты** 10](#_Toc106388319)

[**2.3.** **Итоги** 12](#_Toc106388320)

[**3.** **Домашнее задание №7 “Экспертные оценки”** 13](#_Toc106388321)

[**3.1.** **Условие задачи** 13](#_Toc106388322)

[**3.2.** **Описание выполнения задачи** 15](#_Toc106388323)

[**3.2.1.** **Математическая модель** 15](#_Toc106388324)

[**3.2.2.** **Реализация** 15](#_Toc106388325)

[**3.2.3.** **Тесты** 16](#_Toc106388326)

[**3.3.** **Итоги** 19](#_Toc106388327)

[**4.** **Домашнее задание №8 “Массовое обслуживание”** 20](#_Toc106388328)

[**4.1.** **Условие задачи** 20](#_Toc106388329)

[**4.2.** **Описание выполнения задачи** 21](#_Toc106388330)

[**4.2.1.** **Математическая модель** 21](#_Toc106388331)

[**4.2.2.** **Реализация** 23](#_Toc106388332)

[**4.2.3.** **Тесты** 23](#_Toc106388333)

[**4.3.** **Итоги** 27](#_Toc106388334)

1. **Домашнее задание №5 “ Прогнозирование ”**
   1. **Условие задачи**

Заказчик поставил перед нами задачу создания системы для прогнозирования количества пересдач по предмету математические методы принятия решений на основе данных предыдущих лет.

Таблица 1 “Количество пересдач за 2016-2021 гг.”

|  |  |
| --- | --- |
| Год | Количество пересдач |
| 2016 | 137 |
| 2017 | 134 |
| 2018 | 84 |
| 2019 | 65 |
| 2020 | 115 |
| 2021 | 125 |

* 1. **Описание выполнения задачи**
     1. **Математическая модель**

Исходные данные:

(1) – уравнение линейной функции

(2) – уравнение квадратичной функции

Целевая функция:

(3) – целевая функция методом наименьших квадратов

Искомые переменные:

(4) – значения коэффициентов

* + 1. **Реализация**

Для решения поставленной нам задачи мы реализовали аппроксимацию линейной функции методом наименьших квадратов в Excel, так же сделали программу для автоматического удаления выбросов.

Далее рассмотрим каждый алгоритм:

Алгоритм аппроксимации линейной функции методом наименьших квадратов алгоритм находит среднее по x,y, произведению и квадрату x, на основе этих данных он находит значения A и B, так же находит отклонения.

Алгоритм считывает csv-файл и создает датафрейм, в котором координаты Xi записаны в столбце X, координаты Yi записаны в столбце Y. Алгоритм считает квантили уровня 0,25 и 0,75 (Q1 и Q3) и межквартильный размах (RQ) для каждого столбца. Алгоритм возвращает датафрейм без выбросов (значения в датафрейме не менее Q1 – 1,5\*RQ и не более Q3 + 1,5\*RQ), а также выбросы.

Выходными данными всех алгоритмов являются массив с данными и вывод графиков.

* + 1. **Тесты**

Для тестирования будет использоваться 3 датасета с различными характеристиками:

Таблица 2 «Датасет 1»

|  |  |
| --- | --- |
| Год | Количество пересдач |
| 2016 | 137 |
| 2017 | 134 |
| 2018 | 84 |
| 2019 | 65 |
| 2020 | 115 |
| 2021 | 125 |

Таблица 3 «Датасет 2»

|  |  |
| --- | --- |
| Год | Количество пересдач |
| 2016 | 91 |
| 2017 | 169 |
| 2018 | 42 |
| 2019 | 93 |
| 2020 | 71 |
| 2021 | 98 |

Таблица 4 «Датасет 3»

|  |  |
| --- | --- |
| Год | Количество пересдач |
| 2016 | 193 |
| 2017 | 183 |
| 2018 | 142 |
| 2019 | 102 |
| 2020 | 159 |
| 2021 | 11 |

Таблица 5 «Тест»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Решение в Excel** | **Онлайн калькулятор** |
| Датасет1 | A= -3,885714286  B = 7953,314286  Уравнение тренда:  y = 7953,314286x + -3,885714286 | A= -3.886  B = 7953.314  Уравнение тренда:  y = 7953.314x + -3.886 |
| Датасет2 | A= -5,942857143  B = 12089,65714  Уравнение тренда:  y = 12089,65714x + -5,942857143 | A= -5.943  B = 12089.657  Уравнение тренда:  Y = 12089,657x + -5,943 |
| Датасет3 | A = -29,2  B = 59071,86667  Уравнение тренда:  y = 46048.695x + -22.518 | A = -29.2  B = 59071.867  Уравнение тренда:  y = 46048.695x + -22.518 |

Калькулятор метода наименьших квадратов, который использовался для теста: <https://math.semestr.ru/corel/linepar.php>

* 1. **Итоги**

С помощью нашего алгоритма поставленная нам задача решена. На Рисунке 1 представлен график тренда полученный нашим алгоритмом. Судя по данному тренду можно сказать о том, что с каждым годом количество пересдач снижается, насколько точным оказался наш прогноз мы сможем увидеть в будущем.

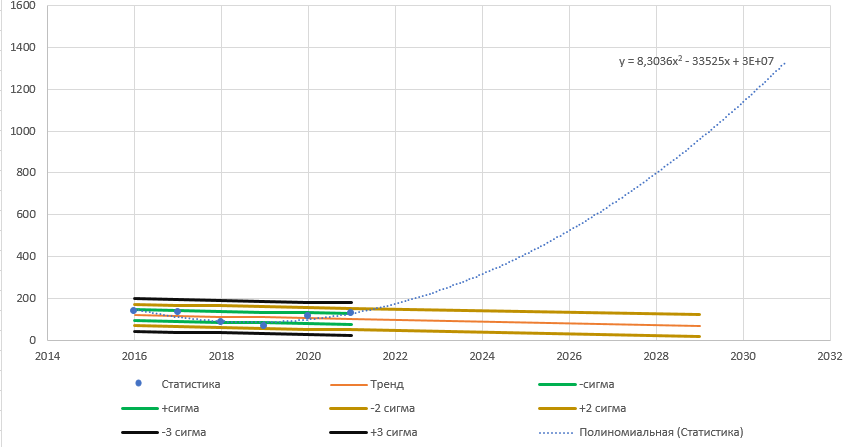


Рисунок 1 “График тренда”

Таблица 6 «Сравнительная таблица»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Решение в Excel** | **Онлайн калькулятор** |
| Кол-во обрабатываемых строк | Неограниченно | Неограниченно |
| Точность ответа | 9 знаков после запятой | 3 знака после запятой |
| Удобность работы | **-** | **+** |
| Визуальное представление данных | **+** | **-** |

Варианты улучшения:

1. Сделать приложение основанное на нашем алгоритме.
2. Совместить алгоритм удаления выбросов с нашим решением в Excel
3. **Домашнее задание №6 “Многокритериальная оптимизация”**
   1. **Условие задачи**

Заказчик ресторан смешанной кухни, который предоставил нам таблицу с данными отчета дегустаторов по блюдам. Наша задача найти самые привлекательные блюда по критериям полученным от заказчика. На основе этой информации заказчик сможет подкорректировать свое меню на основе предпочтений людей.

Таблица 1 “Критерии товаров”

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Название блюда | Цена, руб. | Вкусовые качества,10 баллов | Подача, 10 баллов | Аромат, 10 баллов | Опциональные добавки,10 баллов |
| Паста "Карбонара" | 475 | 7 | 8 | 5 | 2 |
| Суп "Фо-Бо" | 450 | 6 | 6 | 7 | 7 |
| Суп "Том-Ям" | 670 | 9 | 6 | 10 | 6 |
| Салат "Цезарь" | 500 | 6 | 2 | 4 | 8 |
| Шаурма | 220 | 6 | 5 | 6 | 5 |
| Узбекский плов | 350 | 8 | 10 | 3 | 2 |

* 1. **Описание выполнения задачи**
     1. **Математическая модель**

Исходные данные:

(1) – формулировка задачи.

(2) – область определения.

Целевая функция:

это k(3) – целевая функция.

Эталонные точки:

(4) – идеальная точка.

(5) – точка надир.

(6) – утопическая точка.

* + 1. **Реализация**

Для выполнения задачи мы реализовали алгоритмы линейной свертки, оптимальное решение по Паретто и метод идеальной точки. Все алгоритмы на вход получают csv файл с значениями. Далее рассмотрим каждый алгоритм:

Алгоритм линейной свертки считывает csv-файл, создаёт таблицу товаров и график их привлекательности, далее по заданным коэффициентам значимости критериев и направлению их стремления находит оптимальный для покупки товар

Алгоритм оптимального решения по Паретто считывает csv-файл, создаёт таблицу товаров и график их привлекательности, далее по заданным коэффициентам значимости находит оптимальный для покупки товар.

Алгоритм метода идеальной точки считывает csv-файл, создаёт таблицу товаров, далее по заданным идеальным значениям критериев находит оптимальный для покупки товар.

Выходными данными всех алгоритмов являются массив с данными и вывод графиков.

* + 1. **Тесты**

Для тестирования будет использоваться 3 датасета с различными характеристиками:

Таблица 2 «Датасет 1»

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Название блюда | Цена, руб. | Вкусовые качества,10 баллов | Подача, 10 баллов | Аромат, 10 баллов | Опциональные добавки,10 баллов |
| Паста "Карбонара" | 475 | 7 | 8 | 5 | 2 |
| Суп "Фо-Бо" | 450 | 6 | 6 | 7 | 7 |
| Суп "Том-Ям" | 670 | 9 | 6 | 10 | 6 |
| Салат "Цезарь" | 500 | 6 | 2 | 4 | 8 |
| Шаурма | 220 | 6 | 5 | 6 | 5 |
| Узбекский плов | 350 | 8 | 10 | 3 | 2 |

Таблица 3 «Датасет 2»

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Название блюда | Цена, руб. | Вкусовые качества,10 баллов | Подача, 10 баллов | Аромат, 10 баллов | Опциональные добавки,10 баллов |
| Паста "Карбонара" | 950 | 10 | 4 | 3 | 6 |
| Суп "Фо-Бо" | 900 | 4 | 10 | 5 | 9 |
| Суп "Том-Ям" | 670 | 8 | 5 | 6 | 3 |
| Салат "Цезарь" | 1340 | 8 | 1 | 8 | 5 |
| Шаурма | 440 | 10 | 3 | 5 | 1 |
| Узбекский плов | 700 | 6 | 10 | 2 | 2 |

Таблица 4 «Датасет 3»

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Название блюда | Цена, руб. | Вкусовые качества,10 баллов | Подача, 10 баллов | Аромат, 10 баллов | Опциональные добавки,10 баллов |
| Паста "Карбонара" | 475 | 6 | 6 | 1 | 7 |
| Суп "Фо-Бо" | 450 | 4 | 8 | 10 | 8 |
| Суп "Том-Ям" | 670 | 10 | 4 | 3 | 9 |
| Салат "Цезарь" | 500 | 6 | 2 | 4 | 5 |
| Шаурма | 220 | 8 | 10 | 5 | 7 |
| Узбекский плов | 350 | 3 | 3 | 10 | 6 |

Таблица 5 «Тест»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Алгоритм метод линейной свертки.** | **Алгоритм оптимальное решение по Паретто.** | **Алгоритм метод идеальной точки.** | **Решение в Excel** |
| Датасет1 | Оптимальное блюдо – суп «Том-Ям» | Оптимальное блюдо – суп «Том-Ям» | Оптимальное блюдо – паста «Карбонара» | Оптимальное блюдо - Суп “Том-ям ” |
| Датасет2 | Оптимальное блюдо – суп «Фо-Бо» | Оптимальное блюдо – суп «Фо-Бо» и салат «Цезарь» | Оптимальное блюдо – Паста «Карбонара» | Оптимальное блюдо - Плов |
| Датасет3 | Оптимальное блюдо – Шаурма | Оптимальное блюдо – суп «Том-Ям» и салат «Цезарь» | Оптимальное блюдо – паста «Карбонара» | Оптимальное блюдо -Салат «Цезарь» |

* 1. **Итоги**

Таблица 6 «Сравнительная таблица»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Алгоритм метод линейной свертки.** | **Решение в Excel** | **Алгоритм оптимальное решение по Паретто.** | **Алгоритм метод идеальной точки.** |
| Кол-во обрабатываемых критериев | 5 | Неограниченно | 5 | 5 |
| Удобность работы | **+** | **-** | **+** | **+** |
| Визуальное представление данных | **+** | **+** | **+** | **+** |

Подводя итог можно сказать, что наш алгоритм многокритериальной оптимизации является однозначно рабочим, так как его ответы частично совпадают с результатами решения в Excel используемых для проверки, так же он удобен для использования, позволяет импортировать данные в csv и выводит графическое представление. Оптимальным выбором у нас получилась паста “Карбонара” , так как она была выбрана большим числом методов.

Варианты улучшения:

1. Сделать выбор количества оцениваемых критериев.
2. **Домашнее задание №7 “Экспертные оценки”**
   1. **Условие задачи**

Заказчик центр экспертный опросов поставил перед нами задачу оценить результаты опросов респондентов с целью проверки их компетентности в ресторанной сфере.

Таблица 1 «Часть датасета с ответами»

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вопрос** | **Выберите блюдо которое вам больше нравится шаурма или паста “Карбонара”** | **Оцените суп “Фо-Бо” по 10-ти бальной шкале** | **Расположите в порядке убывания блюда по вкусу** |
| **Ответ респондента 1** | Паста "Карбонара" | 5 | Узбекский плов ;паста "карбонара" ;салат "цезарь" ;шаурма ;суп"том-ям" ;суп"фо-бо"; |
| **Ответ респондента 2** | Паста "Карбонара" | 8 | Узбекский плов ;шаурма ;паста"карбонара" ;суп"том-ям" ;суп"фо-бо" ;салат"цезарь"; |
| **Ответ респондента 3** | Шаурма | 4 | Паста "карбонара" ;шаурма ;суп "том-ям" ;узбекский плов ;салат "цезарь" ;суп"фо-бо"; |
| **Ответ респондента 4** | Паста "Карбонара" | 9 | Узбекский плов ;салат "цезарь" ;паста "карбонара" ;шаурма ;суп "фо-бо" ;суп "том-ям"; |

* 1. **Описание выполнения задачи**
     1. **Математическая модель**

Исходные данные:

(1) – матрица оценок

Целевая функция:

(2) – вектор компетенций экспертов

(3) – результирующий вектор

Ограничения:

* + 1. **Реализация**

Для решения данной задачи нами были выбраны такие алгоритмы как метод медианных рангов, средневзвешенных рангов, бинарных отношений.

Далее рассмотрим каждый алгоритм:

Метод медианных рангов алгоритм считывает веса параметров и рассчитывает массив, и рассчитывает медианный ранг.

Метод средневзвешенных рангов Алгоритм считывает веса параметров и рассчитывает массив компетентности респондентов, и рассчитывает массив финальных рангов .

Алгоритм обработки бинарных отношений считывает веса параметров и рассчитывает места блюд на основе функции поиск решений в Excel.

Выходными данными всех алгоритмов являются результаты расчетов и вывод графиков.

* + 1. **Тесты**

Для тестирования будет использоваться 2 датасета, в одном данные заполненные случайным образом в другом данные ответов респондентов.

Таблица 2 «Часть датасета со случайным заполнением»

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вопрос** | **Выберите блюдо которое вам больше нравится шаурма или паста “Карбонара”** | **Оцените суп “Фо-Бо” по 10-ти бальной шкале** | **Расположите в порядке убывания блюда по вкусу** |
| **Ответ респондента 1** | Паста "Карбонара" | 5 | Узбекский плов ;паста "карбонара" ;салат "цезарь" ;шаурма ;суп"том-ям" ;суп"фо-бо"; |
| **Ответ респондента 2** | Паста "Карбонара" | 8 | Узбекский плов ;шаурма ;паста"карбонара" ;суп"том-ям" ;суп"фо-бо" ;салат"цезарь"; |
| **Ответ респондента 3** | Шаурма | 4 | Паста "карбонара" ;шаурма ;суп "том-ям" ;узбекский плов ;салат "цезарь" ;суп"фо-бо"; |
| **Ответ респондента 4** | Паста "Карбонара" | 9 | Узбекский плов ;салат "цезарь" ;паста "карбонара" ;шаурма ;суп "фо-бо" ;суп "том-ям"; |

Таблица 3 «Часть датасета с ответами респондентов»

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вопрос** | **Выберите блюдо которое вам больше нравится шаурма или паста “Карбонара”** | **Оцените суп “Фо-Бо” по 10-ти бальной шкале** | **Расположите в порядке убывания блюда по вкусу** |
| **Ответ респондента 1** | Паста "Карбонара" | 3 | Паста "карбонара" ;шаурма ;суп "том-ям" ;суп "фо-бо" ;салат "цезарь" ;узбекский плов; |
| **Ответ респондента 2** | Шаурма | 5 | Суп "фо-бо" ;суп "том-ям" ;шаурма ;салат "цезарь" ;узбекский плов ;паста "карбонара"; |
| **Ответ респондента 3** | Паста "Карбонара" | 1 | Паста "карбонара" ;салат "цезарь" ;суп "том-ям" ;шаурма ;суп "фо-бо" ;узбекский плов; |
| **Ответ респондента 4** | Паста "Карбонара" | 9 | Салат "цезарь" ;суп "том-ям" ;паста "карбонара" ;суп "фо-бо" ;шаурма ;узбекский плов; |

Таблица 5 «Тест 1»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Метод средних баллов в Excel** | **Метод медианных рангов в Excel** |
| Датасет со случайным заполнением | Ответ – 1 место паста «Карбонара» последнее суп «Том-Ям» | Ответ - третье место - суп "Фо-Бо" и Узбекский плов, на втором - Салат "Цезарь, первое место разделили Шаурма, паста "Карбонара" и Суп "Том-Ям". |
| Датасет с ответами респондентов | Ответ – 1 место паста «Карбонара» последнее суп «Том-Ям» | Ответ - первое место - шаурма , на втором - суп "Том-Ям", третье место разделили салат "Цезарь" и паста "Карбонара" четвертое место - суп "Фо-Бо",пятое -узбекский плов . |

Таблица 6 «Тест 2»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Метод средневзвешенных рангов в Excel** | **Бинарный метод в Excel(Взята укороченная выборка)** |
| Датасет со случайным заполнением | Ответ - первое месте - паста "Карбонара", второе - узбекский плов, на третьем - шаурма, на четвертом - цезарь, на пятом - суп "Том-Ям", на шестом суп "Фо-Бо" | Ответ – первое место занимает Суп "Том-Ям", второе - Шаурма и Паста "Карбонара", третье - Суп"Фо-Бо", четвертое - салат "Цезарь |
| Датасет с ответами респондентов | Ответ – первом месте - паста "Шаурма", на втором - суп "Том-Ям" , на третьем - паста "карбонара", на четвертом - цезарь, на пятом - суп "Фо-БО", на шестом плов | Ответ - |

* 1. **Итоги**

Таблица 7 «Сравнительная таблица»

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Решение в Excel** |
| Кол-во обрабатываемых критериев | Неограниченно |
| Удобность работы | **-** |
| Визуальное представление данных | **+** |

Подводя итог можно сказать, что наш алгоритм справился с задачей, исходя из данных тестирования было видно, что первое место заняла - паста "Карбонара", второе - узбекский плов, на третьем - шаурма, на четвертом - цезарь, на пятом - суп "Том-Ям", на шестом суп "Фо-Бо".

Варианты улучшения:

* Добавить возможность автоматическим образом определять является ли выборка мнений случайно сгенерированной, или была заполнена реальными экспертами.

1. **Домашнее задание №8 “Массовое обслуживание”**
   1. **Условие задачи**

Ресторан уличной еды поставил перед нами задачу разработать систему для оптимизации очередей, которые образуются в утренние часы перед ем как люди идут на работу. Для этого они представили нам информацию о количестве их посетителей и скорости их обслуживания. Время обслуживания клиента составляет в среднем 5 минут. Если длина очереди больше 7 человек, то посетители выбирают другое место.

Таблица 1 «Исходные данные»

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Понедельник ( с 9:00-11:00)** | **Вторник ( с 9:00-11:00)** | **Четверг( с 9:00-11:00)** |
| **Интенсивность потока посетителей** | 32 | 14 | 20 |
| **Обслуживание клиентов (чел/мин)** | 0,2 | 0,25 | 0,16 |
| **Количество поваров** | 2 | 2 | 2 |
| **Длина очереди** | 7 | 7 | 7 |

* 1. **Описание выполнения задачи**
     1. **Математическая модель**

СМО могут быть двух видов:

• СМО с отказами;

• СМО с ожиданием (т. е. с очередью).

Обслуживание в системах с очередью может иметь различный характер:

• обслуживание может быть упорядоченным;

• обслуживание в случайном порядке;

• обслуживание с приоритетом, при этом приоритет может быть с прерыванием и без прерывания.

Системы с очередью делятся на:

• системы с неограниченным ожиданием, при этом поступившая в СМО задача становится в очередь и ждет обслуживания. Рано или поздно она будет обслужена;

• системы с ограниченным ожиданием, при этом на заявку в очереди накладываются ограничения, например ограниченное время пребывания в очереди, длина очереди, общее время пребывания в СМО. В зависимости от типа СМО для оценки эффективности могут быть применены разные показатели.

Для СМО с отказами используются следующие показатели эффективности:

• абсолютная пропускная способность А – среднее число заявок, которое может быть обслужено в единицу времени;

• относительная пропускная способность Q – относительное среднее число заявок. При этом относительную пропускную способность можно найти по формуле, где λ – это интенсивность поступления заявок в СМО.

Для СМО с ожиданием абсолютная пропускная способность А и относительная пропускная способность Q теряют смысл, но важными становятся другие характеристики:

• единица времени ожидания в очереди;

• среднее число заявок в очереди;

• среднее время пребывания в системе.

Для СМО с ограниченной очередью интересны обе группы характеристик.

Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Модель — это любой образ, аналог, мысленный или установленный, изображение, описание, схема, чертеж, и т. п. какого-либо объекта, процесса или явления, который в процессе познания (изучения) замещает оригинал, сохраняя некоторые важные для данного исследования типичные свойства.

Моделирование — это исследование какого-либо объекта или системы объектов путем построения и изучения их моделей. А также — это использование моделей для определения или уточнения характеристик и рационализации способов построения вновь конструируемых объектов.

Модель является средством для изучения сложных систем.

В общем случае сложная система представляется как многоуровневая конструкция из взаимодействующих элементов, объединяемых в подсистемы различных уровней. К сложным системам, в т. ч., относятся информационные системы. Проектирование таких сложных систем осуществляется в два этапа.

* + 1. **Реализация**

Входные данные это информация о интенсивности потока, времени пиковых часов и времени обслуживания клиента.

Полученные данные обрабатываются формулами и сроится граф состояний системы. Так же высчитываются значения характеристик клиентов и работников.

Результатом работы являются значения параметров и вывод графика.

* + 1. **Тесты**

Для тестирования будет использоваться 3 датасета, по каждому из дней с повышенной загруженностью.

Таблица 2 «Датасет 1»

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Понедельник ( с 9:00-11:00)** |
| **Интенсивность потока посетителей** | 32 |
| **Обслуживание клиентов (чел/мин)** | 0,2 |
| **Количество поваров** | 2 |
| **Длина очереди** | 7 |

Таблица 3 «Датасет 2»

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Вторник ( с 9:00-11:00)** |
| **Интенсивность потока посетителей** | 14 |
| **Обслуживание клиентов (чел/мин)** | 0,25 |
| **Количество поваров** | 2 |
| **Длина очереди** | 7 |

Таблица 4 «Датасет 3»

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Четверг( с 9:00-11:00)** |
| **Интенсивность потока посетителей** | 20 |
| **Обслуживание клиентов (чел/мин)** | 0,16 |
| **Количество поваров** | 2 |
| **Длина очереди** | 7 |

Таблица 5 «Тест»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Алгоритм массового обслуживания.** | **Онлайн калькулятор.** |
| Датасет 1 | Интенсивность нагрузки: 1.35  Абсолютная пропускная способность: 0,263833055 заявок/минуту.  Вероятность отказа (вероятность того, что канал занят): 0.01  Среднее число каналов, занятых обслуживанием: 1.33  Номинальная производительность системы: 0.4 заявок в минуту.  Среднее время ожидание: 3,323369309 мин | Интенсивность нагрузки: 1.35  Абсолютная пропускная способность: 0.266 заявок/минуту.  Вероятность отказа (вероятность того, что канал занят): 0.0145  Среднее число каналов, занятых обслуживанием: 1.33  Номинальная производительность системы: 0.4 заявок в час.  Среднее время ожидание: 3,32 мин |
| Датасет 2 | Интенсивность нагрузки: 0,466666667  Абсолютная пропускная способность: 0,116666369 заявок/минуту.  Вероятность отказа (вероятность того, что канал занят): 0.00  Среднее число каналов, занятых обслуживанием: 0.5  Номинальная производительность системы: 0.4 заявок в минуту.  Среднее время ожидание: 0,230262822 мин | Интенсивность нагрузки: 0.464  Абсолютная пропускная способность: 0,114 заявок/минуту.  Вероятность отказа (вероятность того, что канал занят): 0.0153  Среднее число каналов, занятых обслуживанием: 0.457  Номинальная производительность системы: 0.5 заявок в минуту.  Среднее время ожидание: 0,23 мин |
| Датасет 3 | Интенсивность нагрузки: 1  Абсолютная пропускная способность: 0,16644937 заявок/минуту.  Вероятность отказа (вероятность того, что канал занят): 0.0409  Среднее число каналов, занятых обслуживанием: 1  Номинальная производительность системы: 0.332 заявок в минуту.  Среднее время ожидание: 1,934725849 мин | Интенсивность нагрузки: 0.699  Абсолютная пропускная способность: 0.111 заявок/минуту.  Вероятность отказа (вероятность того, что канал занят): 0.01  Среднее число каналов, занятых обслуживанием: 1  Номинальная производительность системы: 0.332 заявок в минуту.  Среднее время ожидание: 1,93 мин |

Онлайн калькулятор используемый для теста <https://math.semestr.ru/cmo/mcmo.php>

* 1. **Итоги**

Таблица 6 «Сравнительная таблица»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Решение в Excel.** | **Онлайн калькулятор** |
| Кол-во обрабатываемых критериев | Неограниченно | Неограниченно |
| Удобность работы | **+** | **-** |
| Визуальное представление данных | **+** | **-** |
| Точность значений | 6 знаков после запятой | 3 знака после запятой |

Подводя итог можно сказать, что наш алгоритм справился с задачей, исходя из данных тестирования было видно, что данные нашего алгоритма сходятся с данными проверки на онлайн калькуляторе, в некоторых пунктах имеются небольшие расхождения в значениях, но это связано с округлением. Основные данные, которые были получены позволяют отследить эффективность системы массового обслуживания, таким образом мы смогли найти номинальную эффективность системы и она равна 0.4 заявки в минуту, так же среднее время ожидания равно 3,32 минуты.

Варианты улучшения:

1. Добавить большую точность значений.