**Завдання до практичної роботи**

1. Реалізувати універсальний алгоритм імітації моделі масового обслуговування з багатоканальним обслуговуванням, з вибором маршруту за пріоритетом або за заданою ймовірністю. **30 балів.**
2. Для наступного тексту задачі скласти формалізовану модель масового обслуговування та реалізувати її з використанням побудованого універсального алгоритму **(30 балів)**:

У банку для автомобілістів є два віконця, кожне з яких обслуговується одним касиром і має окрему під'їзну смугу. Обидві смуги розташовані поруч. З попередніх спостережень відомо, що інтервали часу між прибуттям клієнтів у годину пік розподілені експоненційно з математичним очікуванням, рівним 0,5 од. часу. Через те, що банк буває переобтяжений тільки в годину пік, то аналізується тільки цей період. Тривалість обслуговування в обох касирів однакова і розподілена експоненційно з математичним очікуванням, рівним 0,3 од. часу. Відомо також, що при рівній довжині черг, а також при відсутності черг, клієнти віддають перевагу першій смузі. В усіх інших випадках клієнти вибирають більш коротку чергу. Після того, як клієнт в'їхав у банк, він не може залишити його, доки не буде обслугований. Проте він може перемінити чергу, якщо стоїть останнім і різниця в довжині черг при цьому складає не менше двох автомобілів. Через обмежене місце на кожній смузі може знаходитися не більш трьох автомобілів. У банку, таким чином, не може знаходитися більш восьми автомобілів, включаючи автомобілі двох клієнтів, що обслуговуються в поточний момент касиром. Якщо місце перед банком заповнено до границі, то клієнт, що прибув, вважається втраченим, тому що він відразу ж виїжджає. Початкові умови такі: 1) обидва касири зайняті, тривалість обслуговування для кожного касира нормально розподілена з математичним очікуванням, рівним 1 од. часу, і середньоквадратичним відхиленням, рівним 0,3 од. часу; 2) прибуття першого клієнта заплановано на момент часу 0,1 од. часу; 3) у кожній черзі очікують по два автомобіля.

Визначити такі величини: 1) середнє завантаження кожного касира; 2) середнє число клієнтів у банку; 3) середній інтервал часу між від'їздами клієнтів від вікон; 4) середній час перебування клієнта в банку; 5) середнє число клієнтів у кожній черзі; 6) відсоток клієнтів, яким відмовлено в обслуговуванні; 7) число змін під'їзних смуг.

1. Для наступного тексту задачі скласти формалізовану модель масового обслуговування та реалізувати її з використанням побудованого універсального алгоритму **(40 балів)**:

У лікарню поступають хворі таких трьох типів: 1) хворі, що пройшли попереднє обстеження і направлені на лікування; 2) хворі, що бажають потрапити в лікарню, але не пройшли повністю попереднє обстеження; 3) хворі, які тільки що поступили на попереднє обстеження. Чисельні характеристики типів хворих наведені в таблиці:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Тип хворого* | *Відносна частота* | *Середній час*  *реєстрації, хв* |
| 1 | 0,5 | 15 |
| 2 | 0,1 | 40 |
| 3 | 0,4 | 30 |

При надходженні в приймальне відділення хворий стає в чергу, якщо обидва чергових лікарі зайняті. Лікар, який звільнився, вибирає в першу чергу тих хворих, що вже пройшли попереднє обстеження. Після заповнення різноманітних форм у приймальне відділення хворі 1 типу ідуть прямо в палату, а хворі типів 2 і 3 направляються в лабораторію. Троє супровідних розводять хворих по палатах. Хворим не дозволяється направлятися в палату без супровідного. Якщо всі супровідні зайняті, хворі очікують їхнього звільнення в приймальному відділенні. Як тільки хворий доставлений у палату, він вважається таким, що завершив процес прийому до лікарні.

Хворі, що спрямовуються в лабораторію, не потребують супроводу. Після прибуття в лабораторію хворі стають у чергу в реєстратуру. Після реєстрації вони ідуть у кімнату очікування, де чекають виклику до одного з двох лаборантів. Після здачі аналізів хворі або повертаються в приймальне відділення (якщо їх приймають у лікарню), або залишають лікарню (якщо їм було призначено тільки попереднє обстеження). Після повернення в приймальне відділення хворий, що здав аналізи, розглядається як хворий типу 1.

У наступній таблиці приводяться дані по тривалості дій (хв):

|  |  |
| --- | --- |
| *Величина* | *Розподіл* |
| Час між прибуттями в приймальне відділення | Експоненціальний з математичним сподіванням 15 |
| Час слідування в палату | Рівномірне від 3 до 8 |
| Час слідування з приймального відділення в лабораторію або з лабораторії в приймальне відділення | Рівномірне від 2 до 5 |
| Час обслуговування в реєстратуру  лабораторії | Ерланга з математичним сподіванням 4,5 і *k*=3 |
| Час проведення аналізу в лабораторії | Ерланга з математичним сподіванням 4 і *k*=2 |

Визначити час, проведений хворим у системі, тобто інтервал часу, починаючи з надходження і закінчуючи доставкою в палату (для хворих типу 1 і 2) або виходом із лабораторії (для хворих типу 3). Визначити також інтервал між прибуттями хворих у лабораторію.

**Хід роботи**

Комп’ютерний практикум був реалізований універсальною мовою програмування Python. Ця мова є найбільш зручною, бо надає достатню кількість бібліотек для роботи з обробкою даних в форматі Excel, із математичними функціями, графіками, гістограмами. Для виконання математичних операцій використовувалась бібліотека Numpy.

Крім того, було вирішено використовувати PyCharm, сумісний із цією мовою програмування, що дозволяє нам створювати і відображати код, результати обчислень і графіки в одному інтерактивному середовищі, і є більш зручним середовищем для масивних проектів, аніж Jupyter Notebook.

Було доповнено практикум №2 реалізацією вибору за пріоритетом

Побудована модель:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт

Автоматически созданное описание

Приклад роботи:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт

Автоматически созданное описание

Як бачимо quantity3 > quantity2, що і зумовлено тим, що 2 процес має меншу пріоритетність

Для настпуного завдання було реалізовано модель автомобільного банку. Побудована модель:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, программное обеспечение

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, Шрифт

Автоматически созданное описание

Приклад роботи:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт

Автоматически созданное описание

Як бачимо, завантаженість касира 1 – 0.48, касира 2 – 0.09, середнє число клієнтів у першій черзі – 0.19, у другій – 0.03, це пов’язано із наданням пріоритетного типу 1 касиру, тотальне середнє число клієнтів у банку – 0.80, середній інтервал часу між від’їздами клієнтів від вікон – 1.72, середній час перебування клієнта у банку – 0.51, відсоток клієнтів яким відмовлено у обслуговуванні – 0.0005% та число змін черги – 13. Таким чином, усі умови виконані.

Для настпуного завдання було реалізовано модель роботи госпіталю. Побудована модель:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, меню

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт

Автоматически созданное описание

Приклад роботи:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт

Автоматически созданное описание

Процеси були обрані за таблицею 2 у завданні. Було додано реалізацію класу Exit для виходу з госпіталю та статистики кількості обслугованих хворих. Як бачимо, інтервали часу, починаючи з надходження і закінчуючи доставкою в палату (для хворих типу 1 і 2) або виходом із лабораторії (для хворих типу 3) є 5.08, 10.06 та 4.8. Інтервал між прибуттями хворих у лабораторію є 26.33. Таким чином, усі умови виконані.