

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені Тараса Шевченка
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра програмних систем і технологій

Дисципліна

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ

Практична робота №3

Системи масового обслуговування.

Виконав	Ачкевич Олексій	Перевірила	Ніколаєнко Анастасія Юріївна
Група	ІІЗ-33	Дата перевірки	
Форма навчання	денна	Оцінка	
Спеціальність	121		

Математичне моделювання процесів

Практична робота №3

1. Тема. для дослідження – імітаційна модель енергетичної компанії з використанням теорії масового обслуговування.

Змістовно-теоретичний рівень

Мета - визначити яка кількість генераторів потрібна буде для багатоповерхівки, та дослідити графік розміщення генераторів, щоб зекономити витрати.

Об'єкт – енергетична компанія, яка сліdkує за споживанням електроенергії в житлових будинках.

Предмет – дослідження споживання електроенергії для генератора.

Гіпотеза - спланована модель буде наглядно показувати статистику.

2. Аналіз предметної області. Ця тема стосується кожного, тому що після 10.10.2022 року почались масові відключення світла по всій Україні, через те що влада росії почала наносити ракетні удари по об'єктах інфраструктури. В Укр енерго знову закликали українців допомогти. Ремонтні бригади вже почали ліквідацію пошкоджень там, де це дозволили військові й допомогти їм може кожен, в кого зараз є світло. Проте електроенергію необхідно використовувати ощадливо, адже лише так можна втримати баланс в енергосистемі й не допустити аварійних пошкоджень електромереж через перенавантаження. Найпростіший спосіб дізнатися скільки споживає побутовий прилад – подивитися його потужність в інструкції, або якщо інструкції немає – знайти за назвою моделі в інтернеті. При цьому слід враховувати, що споживання електроенергії більшої частини побутових приладів залежить від режиму їх роботи.

Електричний генератор - пристрій, призначений для перетворення енергії механічного руху на енергію електричного струму, здебільшого з використанням принципу електромагнітної індукції. Електричний генератор є електричною машиною з дією, протилежною роботі електродвигуна. Завдання джерела механічної енергії для генератора, можуть виконувати: парова машина чи парова турбіна, потік води, що обертає колесо, вітер, двигун внутрішнього згоряння або навіть сила людини.

Генератори, зокрема виробляють: продукти (газ, лід тощо), електричну енергію, створюють електричні, електромагнітні, світлові або звукові сигнали - коливання, імпульси.

Для простих завдань можна придбати компактний переносний генератор, а для більш специфічної експлуатації – масивну та потужну електростанцію.

Принцип роботи генератора

Все починається із запуску двигуна. Він передає свою енергію іншим елементам, після чого починається генерування електричного струму.

Усередині установки розташовуються магніти, між якими рухається дротяна котушка. Щойно котушка перетинає силові лінії магнітів, виробляється «порція» електричного струму. Пізніше вона стабілізується регулятором напруги. Деякі моделі створюються за іншим принципом. В них котушка знаходиться завжди на одному місці, а рухомим є магнітне поле. Існує також варіант із трьома котушками, навколо яких крутяться магніти. Такі установки називаються трифазними. Це промислові генератори призначені для живлення потужного обладнання.

Види генераторів:

Синхронні - найоптимальніший варіант для побутового використання. Вони створюють чистий струм, що підходить для чутливого обладнання. Крім того, ці станції стійкі до збільшених навантажень під час пуску електротехніки. Приклад добрих побутових агрегатів такого типу – бензинові генератори 5 кВт.

Асинхронні - мають спрощену конструкцію та видать відносно нестабільний струм. Такої електрики вистачає для живлення будівельних інструментів чи зварювання. Моделі цього типу мають захист від короткого замикання.

3. Мета практикуму. Розробка моделі, заснованої на теорії масового обслуговування, для розуміння робочих аспектів працівників енергетичної компанії.

4. Математичний опис. Імітаційною моделлю є енергетична компанія, в минулій лабораторній роботі ми дізнались приблизні дані того як відбувається маневрування мешканців дома (якщо коротко, то **вранці** люди покидають дім, в **обід** фаза під час якої ситуація стабільна, і під **вечір**, так би мовити, аншлаг, тому що всі додому повертаються, **вночі** також фаза під час якої ситуація стабільна і не сильно змінюється), та було проведено аналітичну роботу, в якій ми дізнались що середня витрата одного прибору буде 0.6кВт на годину.

```
----- 2022-10-30 05:00:00 -----  
в дом1 знаходиться: 149  
-----  
  
----- 2022-10-30 06:00:00 -----  
в дом1 знаходиться: 140  
-----  
  
----- 2022-10-30 07:00:00 -----  
в дом1 знаходиться: 132  
-----  
  
----- 2022-10-30 08:00:00 -----  
в дом1 знаходиться: 123  
-----  
  
----- 2022-10-30 09:00:00 -----  
в дом1 знаходиться: 115  
-----  
  
----- 2022-10-30 10:00:00 -----  
в дом1 знаходиться: 105  
-----  
  
----- 2022-10-30 11:00:00 -----  
в дом1 знаходиться: 98  
-----
```

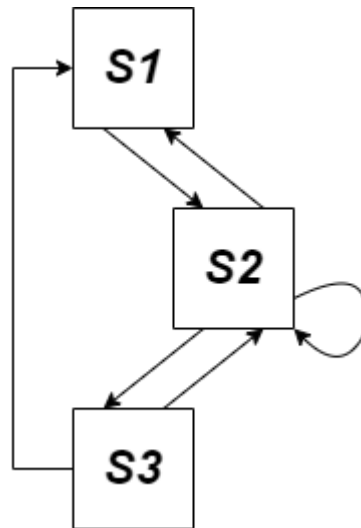
Робоча зміна починається з ночі, тобто коли споживання електроенергії занадто мале - використовується лише **один генератор**. З аналізу минулої лабораторної роботи, ми можемо побачити що **піковими годинами** є 6:00, 7:00, 8:00 вранці та 20:00, 21:00, 22:00.

Якщо споживання електроенергії всієї багатоповерхівки дійде до **15кВт**, то потрібно додати генератор. Коли ж споживання електроенергії знову починає спадати, то генератор слід відключити, й так слід робити до тих пір поки не залишиться 1 генератор, тобто ми розуміємо що відправною точкою та логічним завершенням повинен бути один генератор, а кількість генераторів впродовж дня, це нам слід дослідити та в висновкі написати це. Так як в нашій імітаційній моделі немає точних даних кількості пристроїв та скільки мешканців буде знаходитись дома в вибрану годину, в нас будуть функції які будуть вираховувати кількість приборів кожну годину, та кількість спожитої енергії, за допомогою розподілу пуассона, **генеруємо спожиту енергію** за годину в одній з квартир, та множимо на кількість мешканців.

5. Технічне завдання. Компанія працює з 4:00 до 4:00 (24 години). Через складні труднощі в країні, доступ до електрогенераторів, акумуляторів та павербанків став складним не тільки для звичайних українців, а й для енергетичних компаній, тому голова компанії видвинув завдання для робочих. **Потрібно скоротити кількість** активних генераторів на дім, тобто, коли в домі мало людей та мало споживається енергії, то потрібно залишити лише один генератор, коли ж людей більше і в графіку активна фаза споживання електроенергії, то потрібно додати генератори. **1 генератор** працює постійно, а інші вмикають за потреби. Споживання електроенергії буде додаватись та мати одне значення. Кожного разу, коли споживання енергії перевищує **15кВт**, запускають додатковий генератор. Якщо споживання електроенергії менше за **30, 45, 60, 75, 90**, то один з генераторів після досягнення відмітки, вимикають. Директора енергокомпанії цікавить, як розподілити графік роботи генераторів (*потрібно використати аналітичні дані з минулої лаби*). Запас електроенергії лінійно залежить від кількості спожитої електроенергії дому (параметри лінійної залежності вибрати самостійно). Кількість

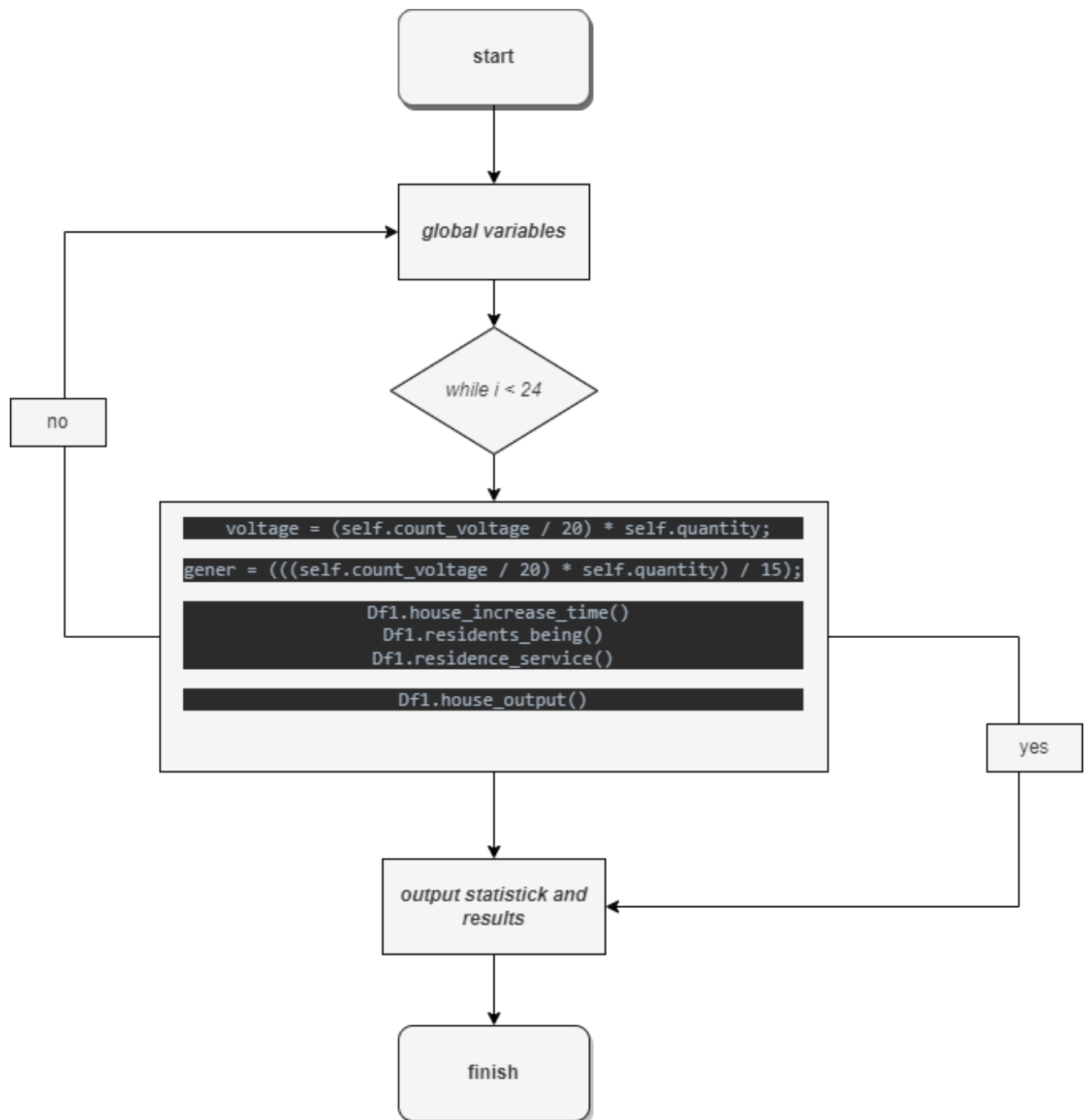
приладів – випадкова величина з трикутним розподілом, **нижня межа** 6 приладів, **верхня межа** 30 приладів, **мода** 6 приладів. **Крок зміни модельного часу** – 60 хв. **Тривалість моделювання** – 24 години. Кількість мешканців є випадкова величина, розподілена за законом Пуассона (параметри вибрати самостійно).

6. Блок-схема графів стану



- **S1** (працює один генератор, є можливість додати ще один, немає можливості прибрати);
- **S2** (працює більше ніж один генератор, є можливість додати генератор та є можливість прибрати, можемо перебувати в стані **S2** доки не дійдемо до стану **S1** або ж **S3**);
- **S3** (кількість генераторів досягла максимуму, є можливість прибрати генератори)

7. Блок-Схема



8. Код програми

```
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import datetime
import random

step = 60
count_step = 24
fname_list = ['Antone', 'Jack', 'John', 'Hovard', 'Maison', 'Sam',
'Hovard']
lname_list = ['Sontag', 'Norbert', 'Mitchel', 'Smith', 'Johnson',
'Williams', 'Kolert']

class Resident(object): # клас мешканців дому
    def __init__(self):
        self.voltage_mean = 0
        self.devices = 0 # кількість девайсів
        self.voltage = 0 # споживання електроенергії

    def devices_and_voltage(self):
        self.devices = int(np.random.triangular(4, 6, 24)) # кількість
девайсів
        self.voltage = self.devices * 0.6 # споживання електроенергії
        self.devices_mean = self.devices / self.devices

class House(object): # клас дому

    def __init__(self, current_time):
        self.current_time = current_time
        self.column = Resident()
        self.quantity = 140
        self.count_residents = 0
        self.count_voltage = 2
        self.statistics = Statistics()

    def house_output(self): # функція виводу
        voltage = (self.count_voltage / 20) * self.quantity;

        if voltage < 15:
            gener = 1
        elif voltage > 15 and voltage <= 30:
            gener = 2
        elif voltage >= 30 and voltage <= 45:
            gener = 3
        else:
            gener = (((self.count_voltage / 20) * self.quantity) / 15);

        print('\n-----', self.current_time, '-----')
        print('в домі знаходиться: ', self.quantity)
        print('спожито: ', voltage.__round__(1) , 'кВт за годину')
        print('генераторів використовується: ', gener.__round__(), 'шт')
        print('-----')
```



```

def house_increase_time(self):
    self.current_time += datetime.timedelta(minutes=step)

def residents_being(self): # перебування мешканців дома, хтось
приходить, хтось уходить
    counter = 0
    counter_for_voltage = 0
    if self.current_time.hour >= 6 and self.current_time.hour <= 12:
        counter = 1
    elif self.current_time.hour >= 10 and self.current_time.hour <= 17:
        counter = 10
    elif self.current_time.hour >= 17 and self.current_time.hour <= 20:
        counter = 25
    elif self.current_time.hour >= 20 and self.current_time.hour <= 2:
        counter = 10
    else:
        counter = 10
    self.count_residents = np.random.poisson(counter)
    self.quantity += self.count_residents

    if self.current_time.hour > 4 and self.current_time.hour <= 5:
        counter_for_voltage = 2
    elif self.current_time.hour > 4 and self.current_time.hour <= 10:
        counter_for_voltage = 4
    elif self.current_time.hour >= 10 and self.current_time.hour <= 17:
        counter_for_voltage = 3
    elif self.current_time.hour >= 17 and self.current_time.hour <= 22:
        counter_for_voltage = 4
    elif self.current_time.hour >= 22 and self.current_time.hour <= 24:
        counter_for_voltage = 3
    elif self.current_time.hour >= 24 and self.current_time.hour <= 4:
        counter_for_voltage = 2
    else:
        counter_for_voltage = 2

    if counter_for_voltage < 1:
        counter_for_voltage = 2
    elif counter_for_voltage > 8:
        counter_for_voltage = 4
    self.count_voltage = np.random.poisson(counter_for_voltage)

def residence_service(self):
    time = 60
    while self.quantity > 0 and time > 0:
        if self.column.voltage == 0:
            self.column.devices_and_voltage()
            self.statistics.change_info(self.column.devices,
self.column.voltage)
            self.quantity -= 1
            self.column.devices = 0
            time -= self.column.voltage
            if time >= 0:
                self.column.voltage = 0
            else:
                self.column.voltage = -time
                time = 0

def simulation(self, n_step):
    i = 0
    while i < n_step:

```

```

        Df1.house_increase_time()
        Df1.residents_being()
        Df1.residence_service()
        Df1.house_output()
        i += 1

class Statistics(object):
    def __init__(self):
        self.df = pd.DataFrame(data=[[0, 0, 0]], columns=['Імя', 'Прилади',
        'Трата кВт / добу'])

    def change_info(self, devices, duration):
        random_index_fname = random.randrange(len(fname_list))
        random_index_lname = random.randrange(len(lname_list))
        name = fname_list[random_index_fname] + ' ' +
        lname_list[random_index_lname]
        new_info = pd.DataFrame(data=[[name, devices, duration]],
        columns=['Імя', 'Прилади', 'Трата кВт / добу'])
        self.df = pd.concat([self.df, new_info], axis=0, ignore_index=True)

Df1 = House(datetime.datetime(2022, 10, 30, 4))
Df1.house_output()

House.simulation(Df1, count_step)

print('\nСписок мешканців')
print(Df1.statistics.df)

plt.hist(Df1.statistics.df.iloc[1:, 1], bins=20, density=True,
color='green', ec='blue')
plt.title('Приладів на сім\'ю')
plt.xlabel('Приладів')
plt.show()

plt.hist(Df1.statistics.df.iloc[:, 2], bins=20, density=True, color='blue',
ec='green')
plt.title('Трата кВт / добу')
plt.xlabel('кВт')
plt.show()

```

9. Аналіз адекватності моделі

Розроблену модель можна вважати адекватною, оскільки у ній:

- наявні всі істотні параметри (кількість пристроїв, кількість спожитої електроенергії, кількість наявних мешканців дома погодинно, проаналізовані години піку;
- правильно визначені обмеження на значення параметрів;

- наявні правильні функціональні зв'язки між параметрами, що підтверджені математичним описом дослідження;
- дотримується ступінь підпорядкування законам математичної логіки, оскільки вона реалізована в таких математичних діях, як додавання.

10. Висновок

Під час лабораторної роботи було розроблено імітаційну модель роботи енергетичної компанії, яка слідує за виконанням задачі зверху *(встановити контроль над споживання електроенергії та використанню генераторів більш доречно)* через те що було б складно рахувати рахувати в якій квартирі скільки приборів та скільки вони споживають енергію на годину, було вирішено генерувати дані, за допомогою розподілу пуассона.

Тобто генеруються дані:

- кількість мешканців в домі в певну годину дня;
- кількість пристроїв на особу;
- спожита енергія за годину;

Переваги

Що ж імітаційна модель вийшла схожою на змодельовану математичну модель, всі розрахунки вийшли більш-менш точними. В математичному описі моделі був розрахунок на те що в годину піку буде більше людей дома, та ці ж люди будуть більше споживати електроенергію, з скрінів результату ми можемо побачити що це дійсно так. Також було продумано те що вночі хоч людей і багато знаходиться вдома, але більшість з них спить і не споживає електроенергію, тому з однієї системи розподілу пуассона було зроблено дві, щоб було зручніше проектувати модель, та щоб дані були більш точними. Також порівняно з минулою лабораторною роботою було проведено роботу над помилками, та кількість кроків було збільшено до 24.

Недоліки

Хотілось би щоб дані краще відтворювали реалії, тому що через те що не розраховуються такі нюанси як кількість пристроїв та хто скільки використовує електроенергії, ітд, то дані не відповідають реальності, але це всього навсього імітаційна модель, за допомогою якої ми, приблизно,

можемо зрозуміти скільки генераторів потрібно, скільки електроенергії споживає багатоповерхівка та скільки людей знаходиться в певний проміжок часу дома.