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

Дисципліна
«МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ»

Лабораторна робота № 2

«Імітаційні моделі»

Виконав:	Ачкевич Олексій	**Перевірила**:	Ніколаєнко Анастасія Юріївна
Група	ІПЗ-33	Дата перевірки	
Форма навчання	денна	Оцінка	
Спеціальність	121		
2022			

Тема (завдання) для дослідження – Доказ парадоксу Пуассона для імітаційної моделі енергетичної компанії.

Технічне завдання на розроблення моделі

Завдання для дослідження: Побудувати імітаційну модель 1 енергетичної компанії. Компанія працює з 8:00 до 2:00 (18годин). Чи буде в багатоповерхівці світло, залежить від жителів будівлі, тому ми будемо слідкувати хто скільки використовує енергії.(параметри лінійної залежності вибрати самостійно). Кількість електроприладів – випадкова величина з трикутним розподілом, нижня межа - 6 приладів, верхня - 30 товарів, мода - 6 товарів. ***Крок зміни модельного часу*** – 60 хв. ***Тривалість моделювання*** – 18 годин. ***Кількість жителів*** є випадковою величиною, розподілена за законом Пуассона. З *06:00 до 12:00* математичне сподівання – 1 мешканець за годину. З *10:00 до 17:00* математичне сподівання – 10 мешканців за годину. З *17:00 до 20:00* математичне сподівання – 25 покупців за годину. З *20:00 до 02:00* математичне сподівання – 10 мешканців на годину.

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'єктам інфраструктури.

В Укренерго 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 заощадливо, 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. Наприклад, пральна машина найбільше витрачає в момент нагрівання води, холодильник споживає електрику тільки під час роботи компресора, а споживання комп'ютера залежить від завантаження процесора. У той же час лампочка світлодіодна, або лампа розжарювання споживають рівно стільки, скільки зазначено в характеристиках. Можна точно заміряти споживання за допомогою різних приладів, наприклад, побутового енергометра.

Я провів аналіз різної техніки і ось що вийшло:

Прибор	Час роботи за добу	Споживання за годину / кВт	Споживання за добу /кВт
Холодильник 400 Вт	24 ч	0.4	9.6
Ліхтарики, світильники 15 шт по 10 Вт	5 ч	0.15	0.5
Телевізор 150 Вт	5 ч	0.15	0.75
Комп'ютер 500 Вт	4 ч	0.5	2
Фен 1500 Вт	15 мин	1.5	0.375
Пральна машина 2000 Вт	3 ч/неделю	2	0.85
Праска 2200 Вт	15 мин	2.2	0.55
Пилосос 2300 Вт	2 ч/неделю	2.3	0.657
Бойлер 1600 Вт	1 ч	1.6	1.6
Зарядні пристрої 120в	2ч	0.1	0.2
інші побутові прилади 1000 Вт	1 ч	1	1
Висновок		11.9	17.882

Можемо побачити що пристрої, які більше всього "їдять" електроенергію, це пристрої: фен, електрокамін, пилосос, пральна машина, ітд. Час який знаходиться в другій колонці це середньо статистичні значення використання пристроями.

Люди які мешкають в приватних будинках, то можуть використовувати таку річ, як – електричний генератор.

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.

Технічне завдання

- Провести аналіз обраного напряму дослідження.
- Визначити мету, об'єкт дослідження.
- Визначити гіпотезу.
- Обрати підходящі розподіли для продуктів та покупців.
- Реалізувати математичну модель на мові програмування python:
- Розробити модуль імітації роботи енергетичної компанії.
- Розробити алгоритм збору, зберігання та відображення статистики.
- Проаналізувати отриману модель на адекватність.

Змістовно-теоретичний рівень

Мета - визначити яка кількість мешканців “проходить” через дім впродовж дня, тобто відслідкувати в який час найбільше всього людей, в який найменше, також зімітувати модель споживання електроенергії дома.

Об’єкт – енергетична компанія, яка слідкує за споживанням електроенергії в житлових будинках.

Предмет – досліджуємо споживання електроенергії.

Гіпотеза - спланована модель буде наглядно показувати статистику відвідуваності за певних ідеальних умов.

Математичний опис моделі

Закон Пуассона описує число подій, які відбуваються за однакові проміжки часу, за умови, що ці події відбуваються незалежно одна від одної. ***Розподілом Пуассона*** добре описуються число викликів на телефонну станцію за певний час доби, вихід негабаритів після вибуху гірських порід, число самородків при розробці родовищ золота тощо. Закон Пуассона називають законом появи рідкісних подій.

Дискретна випадкова величина X має розподіл Пуассона з параметром $\lambda > 0$, якщо при k = 0, 1, 2... функція ймовірності X визначається за формулою:

$$f(k;\lambda) = \Pr(X = k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$$

де параметр $\boldsymbol{\lambda}$ оцінюється за формулою

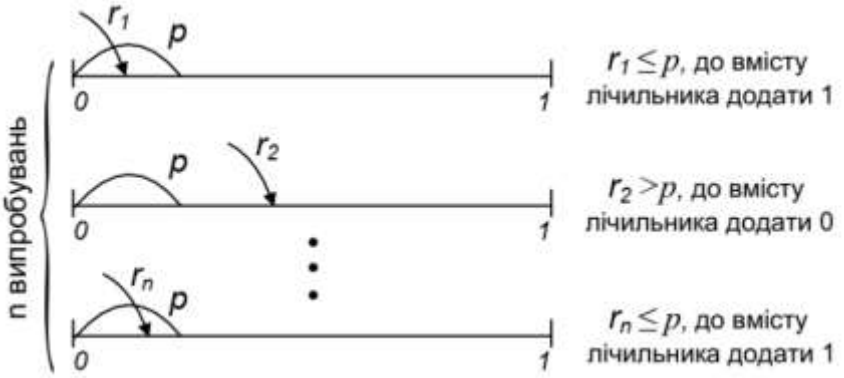
$$\lambda = \tilde{\mu} = \tilde{\sigma}^2$$

$$\mathrm{E}(X) = \mathrm{Var}(X)$$

Розподіл Пуассона може бути застосований до систем з великим числом можливих подій, кожне з яких рідко зустрічається. Скільки таких подій відбуватиметься протягом фіксованого проміжку часу? При правильних обставинах, це випадкове число з розподілом Пуассона.

Традиційне визначення розподілу Пуассона містить два додатки, які можуть легко заповнюватися комп'ютером: ʎ^k і k!. Але їх ділення може також призвести до помилки округлення, яка дуже велика в порівнянні з e^-ʎ, і, отже, дати помилковий результат. Для стабільності функція ймовірності за Пуассоном повинна бути оцінена як:

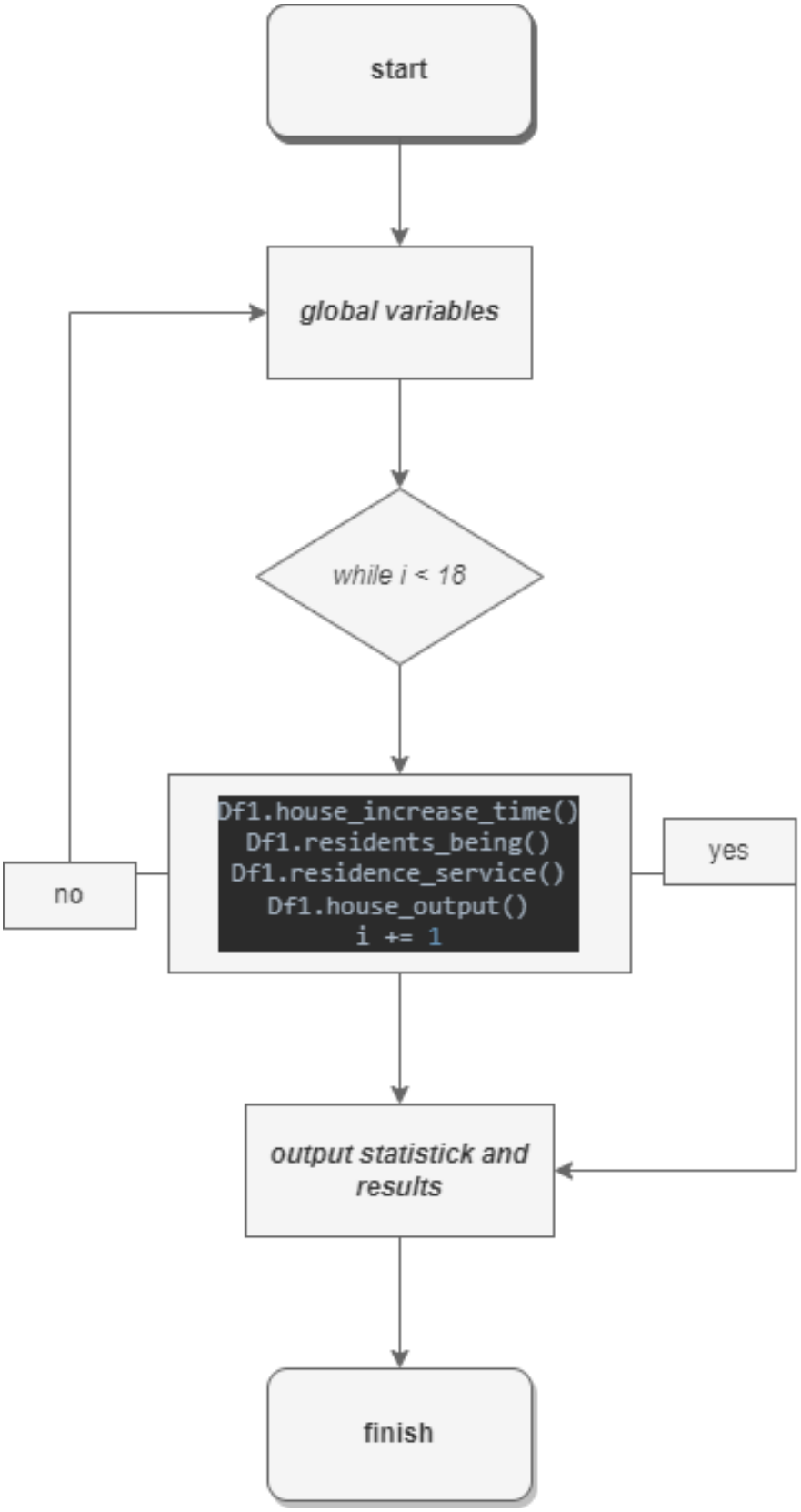
$$f(k;\lambda) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$$



Описана процедура реалізується за таким алгоритмом:

- Визначають число випробувань n = λ/p, де p ≤ 0,1. «Лічильнику числа подій» k присвоюється значення 0.
- З сукупності випадкових чисел {ri} з рівномірним розподілом в інтервалі (0,1) вибирають число ri і перевіряють умову ri ≤ p. Якщо ця умова виконується, то k збільшується на одиницю, якщо не виконується – k не змінюється.
- Після проведення n таких випробувань вміст лічильника числа подій k зчитується і використовується як випадкове число із законом розподілу Пуассона.

Блок-схема алгоритму



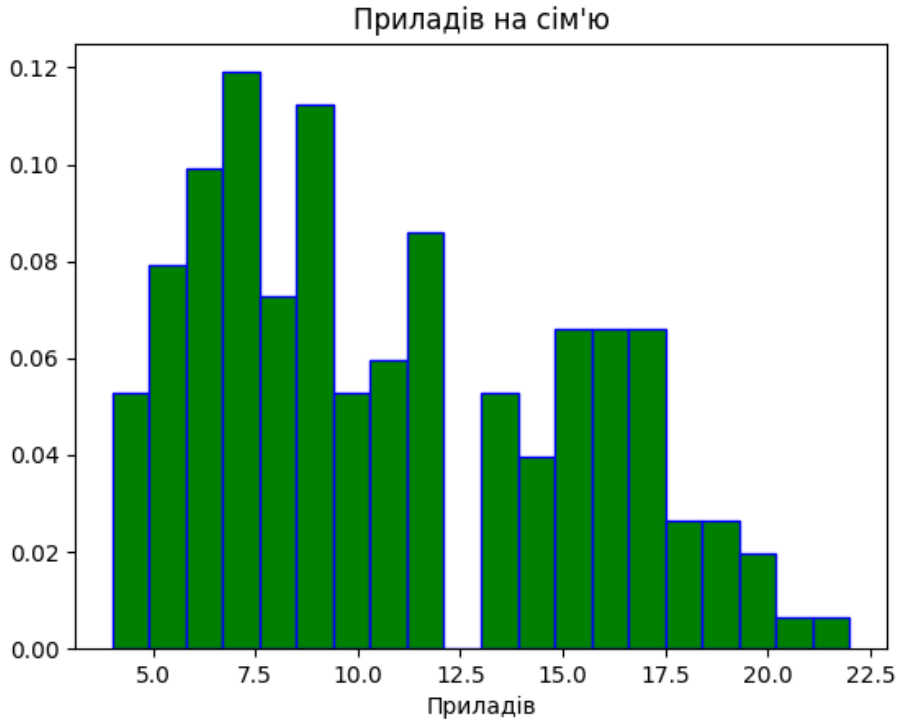
Комп’ютерна програма мовою Python.

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

step = 60
count_step = 18
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.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

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.statistics = Statistics()

    def house_output(self):   #функція виводу
        print('\n------', self.current_time, '-------')
        print('в домі знаходиться: ', self.quantity)
        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
        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 = 20
        elif self.current_time.hour >= 17 and self.current_time.hour <= 20:
            counter = 30
        elif self.current_time.hour >= 20 and self.current_time.hour <= 2:
            counter = 15
        else:
            counter = 20
        self.count_residents = np.random.poisson(counter)
        self.quantity += self.count_residents

    def residence_service(self):
        time = 60
```

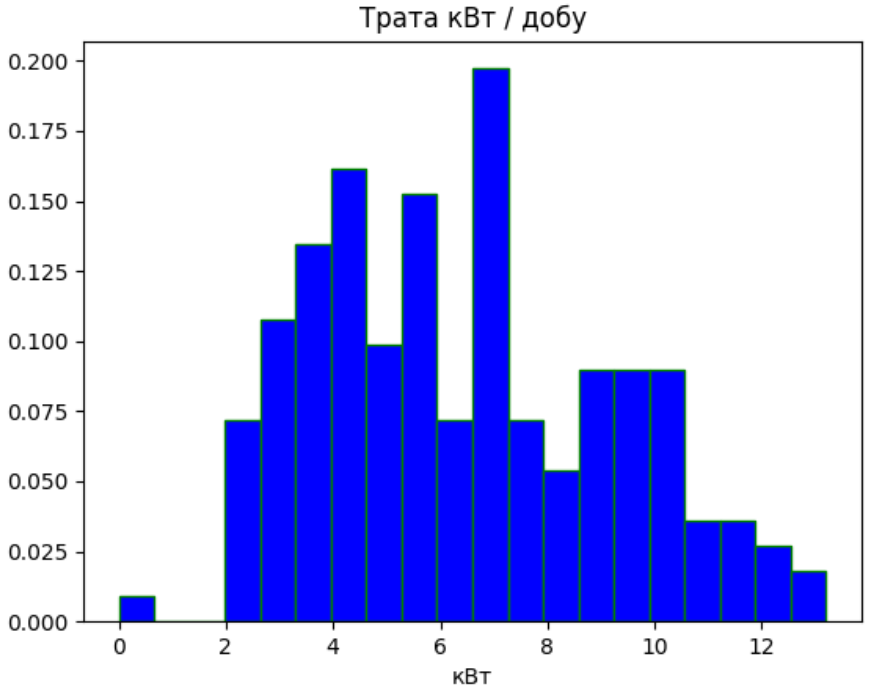
```
        while self.quantity > 0 and time > 0:
            if self.column.voltage == 0:
                self.column.devices_and_voltage()
                self.statistics.change_info(self.column.devices,
self.column.voltage)
                self.quantity -= 1
                self.column.devices = 0
            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 клієнтів')
print(Df1.statistics.df)

plt.hist(Df1.statistics.df.iloc[1:, 1], bins=40, density=True)
plt.title('Приладів на 1 сім*ю')
plt.xlabel('Приладів')
plt.show()

plt.hist(Df1.statistics.df.iloc[:, 2], bins=40, density=True)
plt.title('Трата кВт / добу')
plt.xlabel('кВт')
plt.show()
```

Аналіз результатів

На першій гістрограмі зображено кількість ввімкнених приладів в середньому у кожної сім'ї за добу, на другій гістограмі ми бачемо кількість споживання електроенергії.

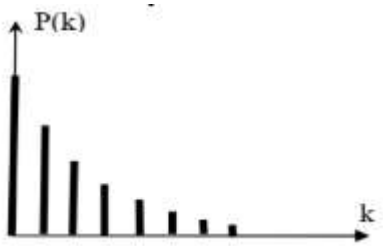


Гістограма 1



Гістограма 2

На першій та другій гістограмі ми бачимо як вимальовується силует ***розподілу Пуассона***, ось як він виглядає в ідеалі:




```
------ 2022-10-30 05:00:00 -------
в домі знаходиться:  144
---------------------------------

------ 2022-10-30 06:00:00 -------
в домі знаходиться:  136
---------------------------------

------ 2022-10-30 07:00:00 -------
в домі знаходиться:  128
---------------------------------

------ 2022-10-30 08:00:00 -------
в домі знаходиться:  120
---------------------------------

------ 2022-10-30 09:00:00 -------
в домі знаходиться:  111
---------------------------------

------ 2022-10-30 10:00:00 -------
в домі знаходиться:  103
---------------------------------

------ 2022-10-30 11:00:00 -------
в домі знаходиться:  95
---------------------------------

------ 2022-10-30 12:00:00 -------
в домі знаходиться:  87
---------------------------------

------ 2022-10-30 13:00:00 -------
в домі знаходиться:  88
---------------------------------
```

```
------ 2022-10-30 14:00:00 -------
в домі знаходиться:  88
---------------------------------

------ 2022-10-30 15:00:00 -------
в домі знаходиться:  88
---------------------------------

------ 2022-10-30 16:00:00 -------
в домі знаходиться:  91
---------------------------------

------ 2022-10-30 17:00:00 -------
в домі знаходиться:  97
---------------------------------

------ 2022-10-30 18:00:00 -------
в домі знаходиться:  114
---------------------------------

------ 2022-10-30 19:00:00 -------
в домі знаходиться:  127
---------------------------------

------ 2022-10-30 20:00:00 -------
в домі знаходиться:  142
---------------------------------

------ 2022-10-30 21:00:00 -------
в домі знаходиться:  152
---------------------------------

------ 2022-10-30 22:00:00 -------
в домі знаходиться:  160
---------------------------------
```

Можемо побачити що поки ніч то кількість мешанців не сильно змінюється, ближче до "*робочих часів*", люди починають йти з дому, згодом ближче до вечору люди починають повертатись зі школи, інституту, роботи – додому, тому і кількість людей, які знаходяться в домі стає більшою.

Список мешканців

	Імя	Прилади	Трата кВт / добу
0	0	0	0.0
1	Sam Mitchel	5	3.0
2	John Mitchel	9	5.4
3	Antone Johnson	12	7.2
4	John Sontag	23	13.8
..	...	...	...
160	John Smith	8	4.8
161	Sam Mitchel	13	7.8
162	Sam Sontag	5	3.0
163	Jack Williams	9	5.4
164	John Norbert	6	3.6

Тут ми детально можемо побачити яка саме сім'я, використала стільки-то приборів та скільки кВт за добу було спожито.

Провівши аналіз, можу сказати, що аналіз адекватності моделі – адекватний, тому що поведінка імітаційної моделі, в цілому відповідає математичному прогнозуванню, та виведення даних в гістограму нагадує ***розподіл Пуассона***. Модель, описує роботу енергетичної компанії, аналог ДТЕК. Всі алгоритми закону розподілу було підібрано правильно, тому що компілятор видає коректні результати, в алгоритмі програм проблем не було.

Також всі дані які було використано (скільки і який прилад споживає було показано в таблиці вище, та було знайдено ***середню споживаність прибору*** на день).

Висновок

Під час виконання лабораторної роботи було розроблено імітаційну модель роботи енергетичної компанії. Для ідеалізації було взято що середня споживаність прибору є 0.6 кВт на добу, тому що враховувати специфіку кожної сім'ї та рахувати скільки саме було спожито було б складно. Ця модель дає змогу побачити як відчувають себе працівники енергетичної компанії, які слідкують за нашими домівками.

Завдяки цьому, є можливість без зайвих клопотів виявити найзагруженіші години, тобто коли більше всього людей знаходиться дома одразу і не складно догадатись, що саме в ці години споживання електроенергії б'є всі ліміти, тому в такий час енергетичні компанії частіше за все вимикають світло.