

**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України «КПІ» імені Ігоря Сікорського
Кафедра обчислювальної техніки ФІОТ**

**ЗВІТ
з лабораторної роботи №3
з навчальної дисципліни «Вступ до технології Data Science»**

Тема:

**МАКЕТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ERP СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ
РІШЕНЬ**

Виконав:

Студент 3 курсу кафедри ІПІ ФІОТ,
Навчальної групи ІП-11
Сідак К.І.

Перевірив:

Професор кафедри ОТ ФІОТ
Писарчук О.О.

Київ 2023

I. Мета:

Виявити дослідити та узагальнити принципи формалізації задач, синтезу математичних моделей для автоматизації процесів підтримки прийняття рішень в інтелектуальних ERP системах: програмування обмежень – CP-SAT; багатокритеріальні задачі – Multicriteria decision analysis.

II. Завдання:

1. Для визначення можливості автоматизації бізнес процесів, що реалізовані в компанії замовника Вам пропонується розробити макет програмної реалізації мовою Python обчислювального алгоритму ERP системи підтримки прийняття рішень за умов:

II рівень складності 8 балів, викладених у табл. 2.

10. Розробити програмний скрипт, що реалізує багатокритеріальне оцінювання ефективності **позашляховиків різних виробників**. Формування показників та критеріїв ефективності, синтез багатокритеріальної оптимізаційної моделі здійснити самостійно.

2. Провести аналіз отриманих результатів та верифікацію розробленого скрипта.

III. Виконання лабораторної роботи.

3.1. Формування показників та критеріїв ефективності.

Спочатку я сформував показники для позашляховиків різних виробників. В якості показників я обрав ціну (в тис. доларів), безпеку (за 5-бальною шкалою), місткість вантажу (у літрах), потужність у кінських силах, розхід пального в літрах на 100 км, кількість років гарантії та кліренс у міліметрах.

```
In 2 1 data = {
2     'Manufacturer': ['Toyota', 'Ford', 'Honda', 'Chevrolet', 'Nissan', 'Hyundai', 'Subaru', 'Mazda',
3         'Jeep',
4         'Volkswagen'],
5     'Price': [35000, 32000, 33000, 31000, 34000, 30000, 37000, 31000, 38000, 36000],
6     'Safety_Rating': [5, 4, 5, 4, 4, 5, 4, 5, 4, 5],
7     'Cargo_Capacity': [500, 450, 480, 400, 520, 470, 430, 490, 520, 450],
8     'Horsepower': [200, 250, 190, 180, 220, 210, 240, 230, 260, 180],
9     'Fuel_Consumption': [8.5, 10.7, 7.8, 12.6, 9.6, 8.9, 9.4, 9.2, 11.3, 8.8],
10    'Warranty_Years': [5, 3, 4, 3, 5, 6, 3, 4, 5, 4],
11    'Ground_Clearance': [203, 201, 208, 193, 198, 213, 221, 191, 228, 196]
12 }
13 suv_df = pd.DataFrame(data)
14 suv_df
```

Executed at 2023.10.29 23:39:28 in 9ms

Out 2

	Manufacturer	Price	Safety_Rating	Cargo_Capacity	Horsepower	Fuel_Consumption	Warranty_Y
0	Toyota	35000	5	500	200	8.5	
1	Ford	32000	4	450	250	10.7	
2	Honda	33000	5	480	190	7.8	
3	Chevrolet	31000	4	400	180	12.6	
4	Nissan	34000	4	520	220	9.6	

Рис 3.1 – Формування показників

Наступним кроком я сформував критерії ефективності. Щодо критеріїв ефективності, то всі критерії будуть максимізовані, крім ціни та розходу пального (вони будуть мінімізовані).

```

In 3 1 suv_df = suv_df.set_index('Manufacturer')
2 suv_df.index.name = None
3 suv_df = suv_df.T
4 suv_df['Criterion'] = ['min', 'max', 'max', 'max', 'min', 'max', 'max']
5 suv_df

```

Executed at 2023.10.30 00:23:07 in 106ms

Out 3

	Toyota	Ford	Honda	Chevrolet	Nissan	Hyundai	Subaru	Mazda	Jeep	Volkswagen	Criterion
Price	35000.0	32000.0	33000.0	31000.0	34000.0	30000.0	37000.0	31000.0	38000.0	36000.0	min
Safety_Rating	5.0	4.0	5.0	4.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	max
Cargo_Capacity	500.0	450.0	480.0	400.0	520.0	470.0	430.0	490.0	520.0	450.0	max
Horsepower	200.0	250.0	190.0	180.0	220.0	210.0	240.0	230.0	260.0	180.0	max
Fuel_Consumption	8.5	10.7	7.8	12.6	9.6	8.9	9.4	9.2	11.3	8.8	min
Warranty_Years	5.0	3.0	4.0	3.0	5.0	6.0	3.0	4.0	5.0	4.0	max
Ground_Clearance	203.0	201.0	208.0	193.0	198.0	213.0	221.0	191.0	228.0	196.0	max

Рис. 3.2 – Формування критеріїв ефективності

Потім я завантажив сформовані дані в csv-файл.

```

In 4 1 suv_df.to_csv('suv_manufacturers.csv')

```

Executed at 2023.10.30 00:23:07 in 94ms

Рис. 3.3 – Завантаження даних у csv-файл

suv_manufacturers

	Toyota	Ford	Honda	Chevrolet	Nissan	Hyundai	Subaru	Mazda	Jeep	Volkswagen	Criterion
Price	35000.0	32000.0	33000.0	31000.0	34000.0	30000.0	37000.0	31000.0	38000.0	36000.0	min
Safety_Rating	5.0	4.0	5.0	4.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	max
Cargo_Capacity	500.0	450.0	480.0	400.0	520.0	470.0	430.0	490.0	520.0	450.0	max
Horsepower	200.0	250.0	190.0	180.0	220.0	210.0	240.0	230.0	260.0	180.0	max
Fuel_Consumption	8.5	10.7	7.8	12.6	9.6	8.9	9.4	9.2	11.3	8.8	min
Warranty_Years	5.0	3.0	4.0	3.0	5.0	6.0	3.0	4.0	5.0	4.0	max
Ground_Clearance	203.0	201.0	208.0	193.0	198.0	213.0	221.0	191.0	228.0	196.0	max

Рис. 3.4 – Вміст csv-файлу

3.2. Нормалізація даних та розрахунок інтегрованої оцінки за допомогою нелінійної схеми компромісів.

Спочатку я зчитую дані з відповідного csv-файлу.

```

In 5 1 suv_df = pd.read_csv('suv_manufacturers.csv', index_col=0)
2 suv_df

```

Executed at 2023.10.30 00:23:07 in 89ms

Out 5

	Toyota	Ford	Honda	Chevrolet	Nissan	Hyundai	Subaru	Mazda	Jeep	Volkswagen
Price	35000.0	32000.0	33000.0	31000.0	34000.0	30000.0	37000.0	31000.0	38000.0	36000.0
Safety_Rating	5.0	4.0	5.0	4.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0
Cargo_Capacity	500.0	450.0	480.0	400.0	520.0	470.0	430.0	490.0	520.0	450.0
Horsepower	200.0	250.0	190.0	180.0	220.0	210.0	240.0	230.0	260.0	180.0
Fuel_Consumption	8.5	10.7	7.8	12.6	9.6	8.9	9.4	9.2	11.3	8.8
Warranty_Years	5.0	3.0	4.0	3.0	5.0	6.0	3.0	4.0	5.0	4.0

Рис. 3.5 – Зчитування даних із файлу

Наступним кроком я створив дві функції для нормування критеріїв та обрахунку інтегрованої оцінки. Критерії я нормую відносно суми поточних значень за відповідними формулами в залежності від напряму екстремуму показника. Інтегровану оцінку я обраховую з використанням скалярного добутку векторів (компактна форма запису формули критерію згортки для частинних критеріїв).

```

In 6 1 def normalize_criterion(row):
      2     if row['Criterion'] == 'min':
      3         return row[:-1] / row[:-1].sum()
      4     return (1 / row[:-1]) / sum(1 / row[:-1])
      5
      6 def calculate_score(row, weights):
      7     return (1 - row) ** (-1) @ weights
      8
      9
In 7 1 suv_df = suv_df.apply(normalize_criterion, axis=1)
      2 suv_df = suv_df.T
      3 suv_df

```

Executed at 2023.10.30 00:23:07 in 77ms

Out 7

	Price	Safety_Rating	Cargo_Capacity	Horsepower	Fuel_Consumption	Warranty_Years
Toyota	0.103858	0.088889	0.093598	0.106287	0.087810	0.079470
Ford	0.094955	0.111111	0.103998	0.085030	0.110537	0.132450
Honda	0.097923	0.088889	0.097498	0.111881	0.080579	0.099338
Chevrolet	0.091988	0.111111	0.116997	0.118097	0.130165	0.132450
Nissan	0.100890	0.111111	0.089998	0.096625	0.099174	0.079470
Hyundai	0.089021	0.088889	0.099572	0.101226	0.091942	0.066225

Рис. 3.6 – Нормування критеріїв

Потім я задав вагові коефіцієнти для усіх показників (рівні коефіцієнти), нормував їх та на їх основі обрахував інтегровану оцінку для кожного виробника позашляховика.

```

In 8 1 weights = np.ones(suv_df.shape[1])
      2 weights = weights / sum(weights)
      3 suv_df['Score'] = suv_df.apply(lambda x: calculate_score(x, weights), axis=1)
      4 suv_df = suv_df.sort_values(by='Score')
      5 suv_df['Score']

```

Executed at 2023.10.30 23:08:40 in 97ms

Out 8

	Score
Hyundai	1.099558
Toyota	1.104329
Mazda	1.105938
Honda	1.106733
Nissan	1.107816
Jeep	1.108155
Volkswagen	1.113424
Ford	1.118453
Subaru	1.118553
Chevrolet	1.130513

Рис. 3.7 – Нормування вагових коефіцієнтів та обрахунок інтегрованої оцінки

Оскільки датафрейм вже відсортований за зростанням, то його перший рядок буде містити оптимального виробника з мінімальною інтегрованою оцінкою.

```

In 9 1 print(f'Optimal SUV Manufacturer: {suv_df.iloc[0].name}')
      2 print(f'Integrated score: {suv_df.iloc[0, -1]}')

```

Executed at 2023.10.30 23:08:40 in 90ms

Optimal SUV Manufacturer: Hyundai
Integrated score: 1.0995583160963056

Рис. 3.8 – Оптимальний виробник та його інтегрована оцінка

Для наших даних оптимальним виробником позашляховиків виявився Hyundai.

3.3. Провести аналіз отриманих результатів та верифікацію розробленого скрипта.

Отже, я сформував показники та відповідні критерії ефективності для позашляховиків різних виробників. Усі показники є об'єктивними, окрім, можливо, оцінки безпеки за 5-бальною шкалою, яка може бути дещо суб'єктивною. Формування критеріїв ефективності є логічно обґрунтованим з точки зору людини чи компанії, яка обирає оптимальний позашляховик. Я обрав нелінійну схему компромісів для розрахунку інтегрованої оцінки на основі нормалізованих критеріїв та нормалізованих вагових коефіцієнтів. Таким чином, оптимальним виявився виробник з мінімальним значенням даної оцінки (Hyundai в нашому випадку).