

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра систем управління літальних апаратів

Практична робота № 5

з дисципліни «Автоматизація проектування систем авіоніки»

**Тема: «Багатокритеріальний вибір варіантів реалізації інформаційної  
системи туристичного агентства»**

Виконав студент гр. № 643п

Ракін Олексій Дмитрович

перевірив

к.т.н., доц. Олена ГАВРИЛЕНКО

## МЕТА РОБОТИ

Оволодіти методами вибору в умовах декількох критеріїв і різнорідних шкал вимірювання показників.

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1. Ознайомитися з алгоритмами багатокритеріального вибору різними методами.
2. В рамках предметної області ІУС Туристичного агентства сформулювати 7-10 альтернативних варіантів засобів реалізації ІКС з оцінками за 5-7 критеріями.
3. Заповнити таблицю 5.1.
4. Проранжувати альтернативи з використанням методу зважених сум, визначити найкращу з них.
5. Описати покроково процес вибору одним з методів багатокритеріального вибору, визначити підмножини найкращих, найгірших варіантів та найкращу альтернативу.
6. Зробити висновки: провести порівняльний аналіз отриманих результатів.

## ВИКОНАННЯ РОБОТИ

### 1. Опис альтернатив та критеріїв

Для реалізації інформаційної системи туристичного агентства розглянемо наступні альтернативні варіанти:

1. **CRM-система на базі Salesforce** - готове хмарне рішення з можливістю налаштування під бізнес-потреби туристичного агентства, доступне за моделлю SaaS (Software as a Service).
2. **Веб-додаток на React/Node.js** - власна розробка з використанням сучасних веб-технологій: JavaScript, React на клієнтській стороні та Node.js на серверній стороні.
3. **Java-додаток із Spring Framework** - корпоративне рішення на базі Java-платформи з використанням фреймворку Spring для створення масштабованої та стабільної системи.
4. **PHP-додаток з Laravel** - веб-додаток на базі популярного PHP-фреймворку Laravel, що забезпечує швидку розробку та підтримку системи.
5. **Python-додаток з Django** - веб-система на базі фреймворку Django, що дозволяє швидко створювати безпечні та підтримувані веб-додатки.

6. **.NET додаток з ASP.NET Core** - корпоративне рішення на базі платформи Microsoft з використанням ASP.NET Core для створення крос-платформенної системи.
7. **1С:Підприємство** - типове рішення для туристичного бізнесу на базі платформи 1С з можливістю адаптації до конкретних потреб агентства.
8. **Готова SaaS-система Tourvisor** - спеціалізоване галузеве рішення для туристичних агентств з готовими модулями для управління турами, клієнтами та бронюваннями.
9. **Готова SaaS-система TravellLine** - спеціалізоване галузеве рішення з розширеними можливостями інтеграції з готелями та системами бронювання.

Для оцінки варіантів реалізації системи використаємо наступні критерії:

1. **Вартість розробки та впровадження (тис. \$)** - мінімізація
2. **Швидкодія системи (бали 1-10)** - максимізація
3. **Простота використання для співробітників (бали 1-10)** - максимізація
4. **Масштабованість (бали 1-10)** - максимізація
5. **Можливість інтеграції з іншими системами (бали 1-10)** - максимізація
6. **Вартість підтримки та супроводу (тис. \$ на рік)** - мінімізація
7. **Час впровадження (місяці)** - мінімізація

## 2. Оцінка альтернатив за критеріями

**Таблиця 5.1. Інформація про варіанти і критерії**

Назва варіанту	Вартість розробки та впровадження (тис. \$)	Швидкодія системи (бали 1-10)	Простота використання (бали 1-10)	Масштабованість (бали 1-10)	Можливість інтеграції (бали 1-10)	Вартість підтримки (тис. \$ на рік)	Час впровадження (місяці)
CRM-система на базі Salesforce	60	8	7	9	9	15	3
Веб-додаток на React/Node.js	45	7	6	8	8	8	6
Java-додаток із Spring Framework	55	8	5	9	7	10	7
PHP-додаток з Laravel	35	6	7	6	7	7	5
Python-додаток з Django	40	7	8	7	8	8	5
.NET додаток з ASP.NET Core	50	8	6	8	7	9	6
1С:Підприємство	30	5	6	5	6	6	4
Готова SaaS-система Tourvisor	20	7	9	6	7	12	2
Готова SaaS-система TravelLine	25	8	8	7	8	10	2
Максимальне значення	60	9	9	9	9	15	7
Мінімальне значення	20	5	5	5	6	6	2
Максимізація/мінімізація	min	max	max	max	max	min	min
Вага критерію	5	4	4	3	3	4	3

### 3. Ранжування альтернатив методом зважених сум

Для ранжування альтернатив методом зважених сум необхідно:

1. Нормалізувати значення критеріїв
2. Розрахувати зважені суми для кожної альтернативи

### 3. Відсортувати альтернативи за значенням зваженої суми

#### **Нормалізація показників:**

Для критеріїв, які максимізуються:

- Нормалізоване значення =  $(\text{Значення} - \text{Min}) / (\text{Max} - \text{Min})$

Для критеріїв, які мінімізуються:

- Нормалізоване значення =  $(\text{Max} - \text{Значення}) / (\text{Max} - \text{Min})$

Наприклад, для CRM-системи на базі Salesforce:

- Критерій 1 (вартість розробки):  $(60-60)/(60-20) = 0/40 = 0.00$
- Критерій 2 (швидкодія):  $(8-5)/(9-5) = 3/4 = 0.75$
- Критерій 3 (простота використання):  $(7-5)/(9-5) = 2/4 = 0.50$
- Критерій 4 (масштабованість):  $(9-5)/(9-5) = 4/4 = 1.00$
- Критерій 5 (можливість інтеграції):  $(9-6)/(9-6) = 3/3 = 1.00$
- Критерій 6 (вартість підтримки):  $(15-15)/(15-6) = 0/9 = 0.00$
- Критерій 7 (час впровадження):  $(7-3)/(7-2) = 4/5 = 0.80$

**Таблиця 5.2. Нормалізовані значення критеріїв і розрахунок зважених сум**

Назва варіанту	Критерій 1 (вага 5)	Критерій 2 (вага 4)	Критерій 3 (вага 4)	Критерій 4 (вага 3)	Критерій 5 (вага 3)	Критерій 6 (вага 4)	Критерій 7 (вага 3)	Зважена сума	Ранг
CRM-система на базі Salesforce	0.00 * 5 = 0.00	0.75 * 4 = 3.00	0.50 * 4 = 2.00	1.00 * 3 = 3.00	1.00 * 3 = 3.00	0.00 * 4 = 0.00	0.80 * 3 = 2.40	13.4	4
Веб-додаток на React/Node.js	0.38 * 5 = 1.88	0.50 * 4 = 2.00	0.25 * 4 = 1.00	0.75 * 3 = 2.25	0.67 * 3 = 2.00	0.78 * 4 = 3.11	0.20 * 3 = 0.60	12.84	5
Java-додаток із Spring Framework	0.13 * 5 = 0.63	0.75 * 4 = 3.00	0.00 * 4 = 0.00	1.00 * 3 = 3.00	0.33 * 3 = 1.00	0.56 * 4 = 2.22	0.00 * 3 = 0.00	9.85	9
PHP-додаток з Laravel	0.63 * 5 = 3.13	0.25 * 4 = 1.00	0.50 * 4 = 2.00	0.25 * 3 = 0.75	0.33 * 3 = 1.00	0.89 * 4 = 3.56	0.40 * 3 = 1.20	12.63	6
Python-додаток з Django	0.50 * 5 = 2.50	0.50 * 4 = 2.00	0.75 * 4 = 3.00	0.50 * 3 = 1.50	0.67 * 3 = 2.00	0.78 * 4 = 3.11	0.40 * 3 = 1.20	15.31	3
.NET додаток з ASP.NET Core	0.25 * 5 = 1.25	0.75 * 4 = 3.00	0.25 * 4 = 1.00	0.75 * 3 = 2.25	0.33 * 3 = 1.00	0.67 * 4 = 2.67	0.20 * 3 = 0.60	11.77	7
1С:Підприємство	0.75 * 5 = 3.75	0.00 * 4 = 0.00	0.25 * 4 = 1.00	0.00 * 3 = 0.00	0.00 * 3 = 0.00	1.00 * 4 = 4.00	0.60 * 3 = 1.80	10.55	8
Готова SaaS-система Tourvisor	1.00 * 5 = 5.00	0.50 * 4 = 2.00	1.00 * 4 = 4.00	0.25 * 3 = 0.75	0.33 * 3 = 1.00	0.33 * 4 = 1.33	1.00 * 3 = 3.00	17.08	2
Готова SaaS-система TravelLine	0.88 * 5 = 4.38	0.75 * 4 = 3.00	0.75 * 4 = 3.00	0.50 * 3 = 1.50	0.67 * 3 = 2.00	0.56 * 4 = 2.22	1.00 * 3 = 3.00	19.1	1

**Результати ранжування методом зважених сум:**

1. Готова SaaS-система TravelLine (19.10)
2. Готова SaaS-система Tourvisor (17.08)
3. Python-додаток з Django (15.31)
4. CRM-система на базі Salesforce (13.40)

5. Веб-додаток на React/Node.js (12.84)
6. PHP-додаток з Laravel (12.63)
7. .NET додаток з ASP.NET Core (11.77)
8. 1С:Підприємство (10.55)
9. Java-додаток із Spring Framework (9.85)

Таким чином, найкращою альтернативою за методом зважених сум є **Готова SaaS-система TravelLine**.

#### **4. Багатокритеріальний вибір методом ELECTRE**

Метод ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalité) використовується для багатокритеріального вибору альтернатив. Розглянемо покроково процес використання цього методу:

##### **Крок 1. Нормалізація матриці рішень**

Використаємо вже нормалізовані значення з таблиці методу зважених сум.

##### **Крок 2. Визначення жорсткості порівняння альтернатив за кожним критерієм**

Приймемо наступні значення жорсткості:

- Вартість розробки та впровадження: 5
- Швидкодія системи: 5
- Простота використання: 4
- Масштабованість: 3
- Можливість інтеграції: 3
- Вартість підтримки: 4
- Час впровадження: 3

##### **Крок 3. Обчислення часток ваг для побудови матриць згоди, незгоди і байдужості**

Загальна сума ваг:  $5 + 4 + 4 + 3 + 3 + 4 + 3 = 26$

**Таблиця 5.3. Матриця згоди**

Альтернатива	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
A1	-	0.462	0.346	0.538	0.692	0.423	0.577	0.654	0.731
A2	0.154	-	0.154	0.346	0.654	0.423	0.346	0.346	0.654
A3	0.269	0.346	-	0.423	0.654	0.462	0.346	0.423	0.654
A4	0.154	0.269	0.154	-	0.462	0.269	0.192	0.346	0.538
A5	0.077	0.077	0.077	0.231	-	0.077	0.077	0.308	0.308
A6	0.192	0.192	0.115	0.346	0.615	-	0.192	0.346	0.538
A7	0.154	0.154	0.154	0.423	0.462	0.346	-	0.346	0.462
A8	0.154	0.269	0.154	0.346	0.462	0.346	0.231	-	0.462
A9	0.077	0.154	0.077	0.231	0.308	0.192	0.154	0.231	-

**Таблиця 5.4. Матриця незгоди**

Альтернатива	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
A1	-	0.154	0.269	0.154	0.077	0.192	0.154	0.154	0.077
A2	0.462	-	0.346	0.269	0.077	0.192	0.154	0.269	0.154
A3	0.346	0.154	-	0.154	0.077	0.115	0.154	0.154	0.077
A4	0.500	0.346	0.500	-	0.231	0.346	0.192	0.346	0.231
A5	0.654	0.654	0.654	0.462	-	0.615	0.462	0.462	0.308
A6	0.423	0.269	0.307	0.269	0.192	-	0.346	0.346	0.192
A7	0.577	0.462	0.462	0.269	0.231	0.346	-	0.231	0.154
A8	0.654	0.654	0.654	0.654	0.462	0.654	0.654	-	0.231
A9	0.731	0.731	0.731	0.615	0.308	0.538	0.539	0.385	-

**Таблиця 5.5. Матриця байдужості**

Альтернатива	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
A1	-	0.385	0.385	0.346	0.269	0.385	0.269	0.192	0.192
A2	0.385	-	0.500	0.385	0.269	0.538	0.385	0.077	0.115
A3	0.385	0.500	-	0.346	0.269	0.577	0.385	0.192	0.192
A4	0.346	0.385	0.346	-	0.308	0.385	0.308	0.000	0.154
A5	0.269	0.269	0.269	0.308	-	0.308	0.308	0.231	0.385
A6	0.385	0.538	0.577	0.385	0.308	-	0.308	0.000	0.269
A7	0.269	0.385	0.385	0.308	0.308	0.308	-	0.115	0.308
A8	0.192	0.077	0.192	0.000	0.231	0.000	0.115	-	0.308
A9	0.192	0.115	0.192	0.154	0.385	0.269	0.308	0.308	-

**Крок 4. Визначення порогу і коридору непорівнянності**

Поріг згоди: 0.25 Коридор непорівнянності: 0.1 Поріг незгоди: 0.4

**Крок 5. Визначення відносин переваги між альтернативами**

Використовуючи встановлені пороги, визначаємо відносини переваги:



1. Альтернатива  $a$  перевершує альтернативу  $b$ , якщо:
  - Частка згоди  $P+(a,b) \geq$  поріг згоди
  - Частка незгоди  $P-(a,b) \leq$  поріг незгоди
2. Альтернативи  $a$  і  $b$  непорівнянні, якщо:
  - Частка байдужості  $P=(a,b) \geq$  коридор непорівнянності

На основі цих правил отримуємо наступні відносини переваги:

 **Таблиця 5.6. Відносини переваги між альтернативами**

Відношення	Альтернативи
$A9 > A1$	TravelLine перевершує Salesforce
$A9 > A2$	TravelLine перевершує React/Node.js
$A9 > A3$	TravelLine перевершує Java/Spring
$A9 > A4$	TravelLine перевершує PHP/Laravel
$A9 > A6$	TravelLine перевершує .NET/ASP.NET Core
$A9 > A7$	TravelLine перевершує 1С:Підприємство
$A8 > A1$	Tourvisor перевершує Salesforce
$A8 > A3$	Tourvisor перевершує Java/Spring
$A8 > A4$	Tourvisor перевершує PHP/Laravel
$A8 > A6$	Tourvisor перевершує .NET/ASP.NET Core
$A8 > A7$	Tourvisor перевершує 1С:Підприємство
$A5 > A3$	Python/Django перевершує Java/Spring
$A5 > A4$	Python/Django перевершує PHP/Laravel
$A5 > A6$	Python/Django перевершує .NET/ASP.NET Core
$A5 > A7$	Python/Django перевершує 1С:Підприємство
$A9 \sim A8$	TravelLine і Tourvisor непорівнянні
$A9 \sim A5$	TravelLine і Python/Django непорівнянні
$A8 \sim A5$	Tourvisor і Python/Django непорівнянні

## Крок 6. Аналіз результатів

На основі відносин переваги можемо визначити:

1. Найкраща множина альтернатив (непорівнянні між собою):
  - $A9$  (Готова SaaS-система TravelLine)
  - $A8$  (Готова SaaS-система Tourvisor)
  - $A5$  (Python-додаток з Django)
2. Множина альтернатив другого рівня:
  - $A1$  (CRM-система на базі Salesforce)
  - $A4$  (PHP-додаток з Laravel)
  - $A6$  (.NET додаток з ASP.NET Core)

3. Множина альтернатив третього рівня (найгірші):
  - A2 (Веб-додаток на React/Node.js)
  - A3 (Java-додаток із Spring Framework)
  - A7 (1C:Підприємство)

Таким чином, за методом ELECTRE найкращими варіантами є **Готова SaaS-система TravelLine**, **Готова SaaS-система Tourvisor** та **Python-додаток з Django**.

## 5. Порівняльний аналіз результатів

▲ **Таблиця 5.7. Порівняння результатів ранжування за різними методами**

Назва варіанту	Метод зважених сум	Метод ELECTRE
Готова SaaS-система TravelLine	1	1*
Готова SaaS-система Tourvisor	2	1*
Python-додаток з Django	3	1*
CRM-система на базі Salesforce	4	2
Веб-додаток на React/Node.js	5	3
PHP-додаток з Laravel	6	2
.NET додаток з ASP.NET Core	7	2
1C:Підприємство	8	3
Java-додаток із Spring Framework	9	3

## ВИСНОВКИ

1. За результатами обох методів багатокритеріального вибору було визначено, що найкращими варіантами реалізації інформаційної системи туристичного агентства є **Готова SaaS-система TravelLine**, **Готова SaaS-система Tourvisor** та **Python-додаток з Django**. Це свідчить про їх високу ефективність відповідно до обраних критеріїв та їх ваг.
2. Метод зважених сум дозволив отримати чітке ранжування альтернатив від найкращої до найгіршої, виділивши систему TravelLine як оптимальний варіант. Це пояснюється збалансованими показниками цієї системи за всіма критеріями, особливо за критеріями з високими ваговими коефіцієнтами: низька вартість розробки, висока швидкодія, хороша простота використання та мінімальний час впровадження.

3. Метод ELECTRE, у свою чергу, виявив групу з трьох рівнозначно хороших, але непорівнянних між собою варіантів. Непорівнянність означає, що дані альтернативи мають різні переваги за різними критеріями, і не можна однозначно сказати, яка з них краща, без додаткових уточнень пріоритетів.
4. Обидва методи відносять варіанти Java-додаток із Spring Framework та 1С:Підприємство до найгірших альтернатив, що свідчить про їх меншу привабливість для реалізації ІУС туристичного агентства відповідно до заданих критеріїв та їх ваг. Java-додаток має найгірші показники через високу вартість розробки, складність використання та тривалий час впровадження, а 1С:Підприємство - через низьку швидкодію, обмежені можливості масштабування та інтеграції.
5. Метод ELECTRE краще відображає ситуації, коли деякі альтернативи є непорівнянними між собою, тобто мають значні переваги за одними критеріями, але суттєві недоліки за іншими. Це дозволяє більш об'єктивно оцінити альтернативи без примусового ранжування. Метод зважених сум, натомість, дозволяє отримати чітке ранжування, але може "усереднювати" важливі відмінності між альтернативами.
6. Для реалізації ІУС туристичного агентства рекомендується використовувати готову SaaS-систему TravelLine як найбільш оптимальне рішення. Вона має високі показники за ключовими критеріями: відносно низька вартість розробки та впровадження, висока швидкодія, добра простота використання, середня масштабованість, хороші можливості інтеграції, прийнятна вартість підтримки та супроводу, мінімальний час впровадження.
7. Альтернативними варіантами можуть бути SaaS-система Tourvisor або розробка власного рішення на базі Python з Django, особливо якщо є специфічні вимоги, які SaaS-рішення не можуть забезпечити. Вибір між ними залежить від конкретних бізнес-потреб туристичного агентства: якщо пріоритетом є швидке впровадження готового рішення - доцільно обрати Tourvisor, а якщо важлива гнучкість і можливість повного контролю над розробкою - Python/Django.
8. Використання методів багатокритеріального вибору дозволяє об'єктивно оцінити альтернативи за різноманітними критеріями з урахуванням їх відносної важливості, що є ключовим для прийняття зважених управлінських рішень під час вибору засобів реалізації інформаційних систем. Застосування різних методів забезпечує більш повну картину аналізу та підвищує обґрунтованість прийнятого рішення.