



Odesa Polytechnic
National University



UNIVERSITY OF
PORTSMOUTH



Universities
UK

UUT14 Багатокритеріальна методика на основі нечіткої логіки картографування ризиків автозаправних станцій і відповідної оптимізації рішень

Від Одеської політехніки: керівник проекту - Іванов Олексій, старший викладач
кафедри Інформаційних систем

Від ун-ту м. Портсмут: керівник проекту – Ділан Джонс, професор операційних
досліджень, Школа математики та фізики

Учасники проекту:

Від *Одеської політехніки*:

- керівник проекту - Іванов Олексій, старший викладач кафедри Інформаційних систем (ІС);

Виконавці:

- Олена Арсірій, професор, завідувач кафедри ІС;
- Сергій Смик, доцент кафедри ІС;
- Олійник Вадим, здобувач 2-го (магістерського) рівня освіти кафедри ІС Одеської політехніки;
- Беляєв Кирило, здобувач 2-го (магістерського) рівня освіти кафедри ІС Одеської політехніки.

Від *Університету м. Портсмут*:

- керівник проекту - Ділан Джонс, професор операційних досліджень, Школа математики та фізики;

Виконавці:

- Ашраф Лабіб, професор операцій і аналізу рішень, Школа організацій, систем і людей;
- Річард Тью, професор геоінформатики та зменшення ризику стихійних лих, Школа наук про Землю та навколишнє середовище;
- Філ Крук, викладач, Школа наук про Землю та навколишнє середовище;
- Лінес Канада, студент-магістрант.



Odesa Polytechnic
National University



UNIVERSITY OF
PORTSMOUTH



Universities
UK

1. Мета проекту і предмет дослідження

- *Мета цього дослідження* полягає в тому, щоб запропонувати систему підтримки прийняття рішень із підтримкою ГІС для розрахунку та візуалізації багатокритеріальних ризиків, що оточують одну або декілька автозаправних станцій, і, отже, забезпечити підтримку прийняття рішень стосовно рішень щодо розташування автозаправних станцій або іншої інфраструктури поблизу них
- *Предмет дослідження:* надзвичайні ситуації, що можуть виникнути на АЗС та пов'язані з ними методи визначення ризиків, методи візуалізації ризиків у геоінформаційних системах, метод прийняття рішень на основі нечіткої логіки



Odesa Polytechnic
National University



UNIVERSITY OF
PORTSMOUTH



Universities
UK

2. Задачі проекту

Для досягнення поставленої мети запропоновані *наступні задачі:*

- Розробка системи на основі нечіткої логіки для стратифікації ризиків навколо АЗС на основі попередньої роботи української команди та адаптації методологій, розроблених командою Портсмута для їхніх поточних проектів ЄС. ГІС-візуалізація результатів
- Використання методу аналізу ієрархій (MAI) для узгодження багатокритеріальних ризиків щодо відстані від найближчої АЗС, людських жертв, економічної та інфраструктурної шкоди та шкоди навколишньому середовищу
- Розробка багатокритеріального інструменту підтримки прийняття рішень для аналізу рішень щодо відкриття та закриття АЗС відповідно до вищезазначених критеріїв



Odesa Polytechnic
National University



UNIVERSITY OF
PORTSMOUTH



Universities
UK

3. Очікувані результати проекту

Серед очікуваних результатів проекту виділимо наступні:

- Публікація спільної доповіді із дослідження на конференції Production and Operations Management Society (POMS) 2023, яка відбудеться 18-20 липня 2023 р. у м. Париж
- Публікація спільної наукової статті у міжнародному журналі з операційних досліджень EJOR або JORS
- Публікація спільної наукової статті у Східно-Європейському журналі передових технологій



Odesa Polytechnic
National University



UNIVERSITY OF
PORTSMOUTH



Universities
UK

4. Дорожня карта проекту

Календарний план виконання проекту

Найменування робіт за проектом та основних етапів його виконання	Термін виконання (початок – закінчення)	Розрахунковий об'єм етапу проекту (%)
Ознайомлення із тематичною літературою і формулювання проблематики, мети і задач проекту	02.2023 – 03.2023	15 %
Розробка критеріїв оцінки уразливості АЗС, анкетних форм, збір і аналіз експертних оцінок	03.2023 – 05.2023	30 %
Обробка зібраних даних, підбиття підсумків і оформлення за результатами наукового проекту відповідних тез і статей до наукових журналів	05.2023 – 07.2023	30 %
Публікація підготовлених матеріалів у наукових журналах, доповідь на тематичних конференціях	07.2023 – 12.2023	25 %

Ключові стейкхолдери (зацікавлені сторони)

- Власники АЗС
- Населення, яке живе та працює поблизу АЗС
- Користувачі транспортних засобів, яким потрібно паливо у географічному районі
- Служби з надзвичайних ситуацій, наприклад пожежна охорона
- Місцеві та національні урядові організації, відповідальні за безпеку бізнесу та навколишнього середовища
- Бізнес середовище
- Екологічні активісти



Джерело gov.uk



Джерело Reuters

Ключові принципи

- 1) Втрату життя не слід прямо порівнювати з іншими критеріями, радше тримати нижче прийнятних порогів
- 2) Втрата життя однаково важлива в усіх регіонах
- 3) Рішення про закриття або відкриття АЗС мають прийматися в межах прийняттого ризику для життя та повинні враховувати економічні, соціальні та екологічні наслідки інциденту, а також незручності для зацікавлених сторін населення внаслідок будь-якого закриття АЗС



Odesa Polytechnic
National University



UNIVERSITY OF
PORTSMOUTH

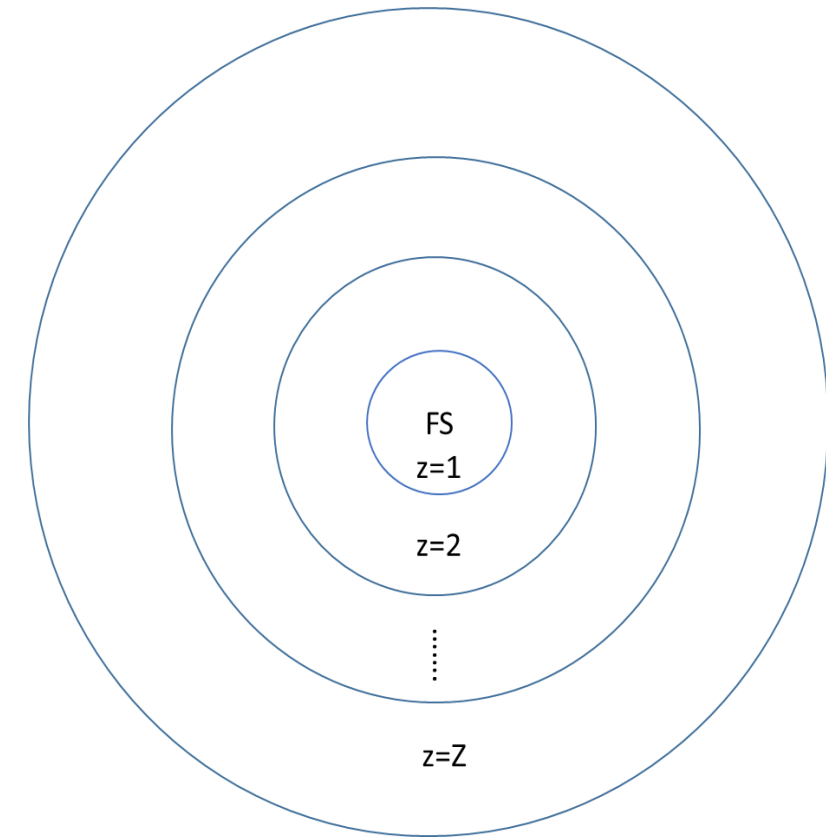


Universities
UK

5. Отримані результати проекту

Оцінка наслідків: Індекси

- Нехай $f=1,\dots,F$ — набір існуючих або запропонованих АЗС у районі
- Нехай $z=1,\dots,Z$ — набір географічних зон, які розходяться від АЗС (див. схему)
- Наприклад $z=1$: 100 метрів, $z=2$: 200 метрів, $z=3$: 400 метрів



Оцінка наслідків: Дані та ваги

- Нехай L_{fz} буде оціненою втратою життя в зоні z АЗС f , якщо станеться інцидент
- Нехай E_{fz} буде оціненим економічним впливом у зоні z АЗС f , якщо станеться інцидент
- Нехай S_{fz} буде оціненим соціальним впливом у зоні z АЗС f , якщо станеться інцидент
- Нехай A_{fz} буде розрахунковим впливом на навколишнє середовище в зоні z АЗС f , якщо станеться інцидент
- Нехай w_{ez} буде вагою, визначеною для економічних наслідків в зоні z
- Нехай w_{sz} буде вагою, визначеною для соціальних наслідків у зоні z
- Нехай w_{az} буде вагою, визначеною екологічних наслідків у зоні z

Оцінка наслідків

- Таким чином, загальна оцінка вразливості для АЗС f визначається як лексикографічний вектор:

$$V_f = [VL_f, VS_f] \left[\sum_{z=1}^Z L_{fz}, \sum_{z=1}^Z (w_{ez}E_{fz} + w_{sz}S_{fz} + w_{az}A_{fz}) \right]$$

Фактори, що враховують втрачені життя:

- 1.1) кількість персоналу на АЗС – при аварійній ситуації знаходяться у високій групі ризику
- 1.2) кількість паливно-роздавальних колонок (ПРК) – визначає максимальну кількість транспортних засобів, що можуть бути одноразово заправлені
- 1.3) середня кількість транспортних засобів на годину (пропускна здатність) – на основі попереднього показника і цього дозволяє судити про наявність можливих черг
- 1.4) наявність поблизу АЗС пішохідних переходів, пішохідних магістралей зі значним рухом – збільшує ймовірність перебування осіб, що можуть постраждати від аварії
- 1.5) наявність поблизу АЗС світлофорів, дорожніх знаків обмеження руху – застосування обмежень на швидкість чи тимчасова зупинка автотранспорту збільшує кількість потенційних жертв
- 1.6) наявність поблизу АЗС одно-, дво- чи багатосмугової дороги – впливає на збільшення автомобільного потоку через АЗС
- 1.7) значення дороги, біля якої розміщено АЗС – на дорогах місцевого значення інтенсивність руху менша, ніж на державних чи міжнародних транспортних коридорах
- 1.8) наявність поблизу АЗС зупинки громадського чи приватного транспорту – збільшує ймовірність перебування осіб, що можуть постраждати від аварії
- 1.9) кількість робочого персоналу підприємств біля АЗС, що надають додаткові сервісні послуги автомобілістам – розташування таких додаткових сервісних підприємств збільшує привабливість району АЗС, а отже, і вірогідність перебування людей у потенційно небезпечній зоні

Фактори, що враховують економічні наслідки:

- 2.1) тип конструкції АЗС і використовуваного обладнання – впливає на величину матеріальних збитків самого підприємства
- 2.2) число резервуарів, їх об'єм та тип – кількість нафтопродуктів прямо впливає на величину можливої аварійної ситуації
- 2.3) наявність поряд із АЗС підприємств, що надають додаткові послуги автомобілістам: СТО, автомийок, магазинів, закладів громадського харчування – висока вірогідність пошкодження матеріальних цінностей через можливу аварійну ситуацію
- 2.4) наявність поряд із АЗС комунікацій комунального господарства: магістральні водо- і газопроводи, тепломережі, мережі зв'язку і лінії електропередач
- 2.5) наявність поблизу АЗС підприємств-об'єктів підвищеної небезпеки – зростає можливість їх пошкодження в результаті ефекту «доміно»
- 2.6) наявність поблизу інших АЗС
- 2.7) наявність поблизу АЗС житлової забудови
- 2.8) наявність невиконаних приписів від контролюючих органів – злісне невиконання обов'язків із забезпечення безпеки тягне за собою більшу матеріальну та інші види відповідальності
- 2.9) час експлуатації АЗС – знос обладнання з часом може впливати на підвищення рівня ризиків виникнення аварійної ситуації
- 2.10) належність АЗС до торговельної марки (мережі) – у мереж додаткові витрати на бренд і більш якісне обладнання, з іншої сторони, приватні малі АЗС будуть мати менші економічні збитки від аварійної ситуації

Фактори, що враховують соціальні наслідки:

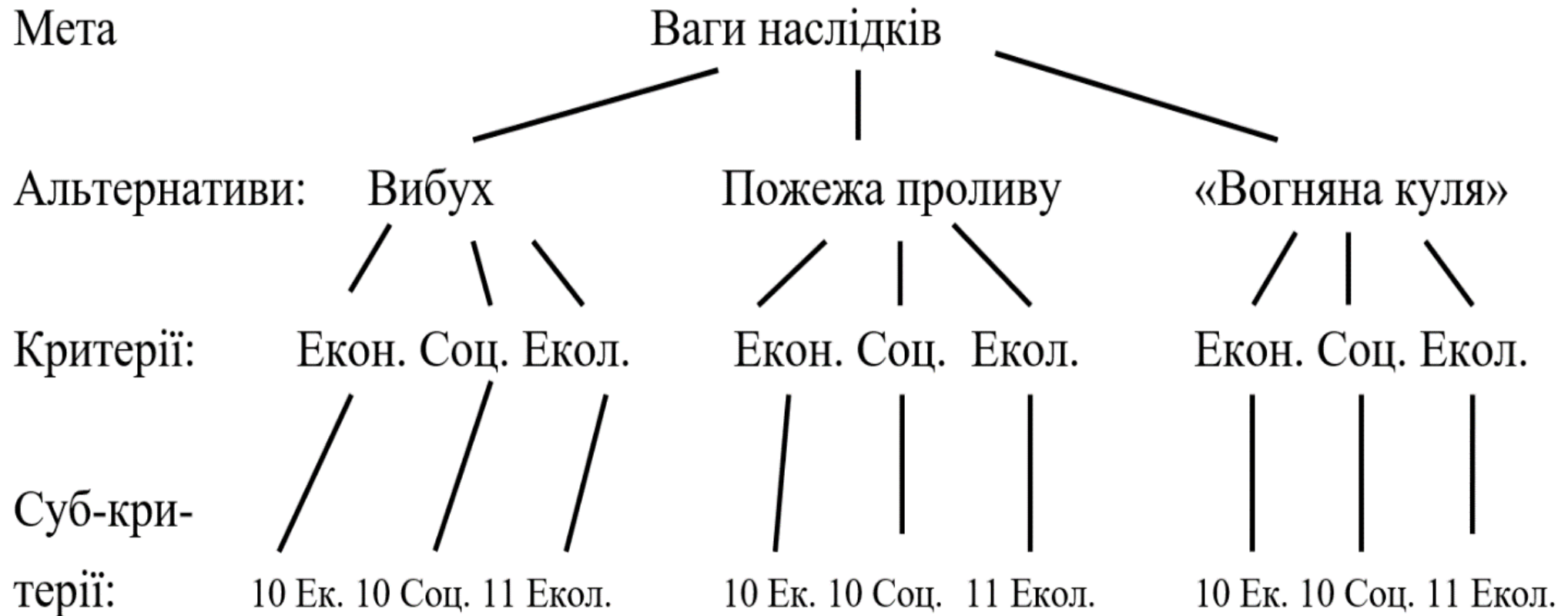
- 3.1) щільність населення в районі поблизу АЗС – більша щільність зумовлює більше число ймовірних жертв аварії, а отже, більший ефект соціального потрясіння
- 3.2) характер зони, в якій перебуває АЗС: житлової забудови, промислова, сільськогосподарська, рекреаційна тощо – залежно від характеру може бути різний соціальний ефект можливої аварійної ситуації
- 3.3) наявність поблизу АЗС соціально важливої інфраструктури: стадіони, школи, лікарні і т.п. – якщо можлива аварійна уразливість АЗС досить висока, це може викликати соціальне невдоволення через наявність АЗС поблизу
- 3.4) середній рівень доходів жителів району, у якому розміщена АЗС – мультिवаріантний фактор, який впливає як на пряму економічно, так і соціальне невдоволення через наявність АЗС поблизу.
- 3.5) потенціал зростання провінції, де знаходиться АЗС – з урахуванням росту щільності населення і транспортних потоків сусідство із АЗС може виявитись небажаним
- 3.6) наявність поблизу АЗС пам'яток культури
- 3.7) знаходження в зоні бойових дій або близькість до цієї зони – мультिवаріантний фактор, пропорційно впливає на ризики настання аварії та небажаних наслідків
- 3.8) кваліфікація персоналу – вплив людського фактору на ризики настання наслідків від аварії – вчасні квалфіковані дії можуть зменшити масштаб наслідків і навпаки
- 3.9) АЗС як криміногенний фактор – наявність «тіньових» АЗС, на яких можуть не дотримуватись всі норми безпеки, а також підвищеної криміногенної обстановки біля них може мати соціальний ефект у разі аварійної ситуації на них
- 3.10) наслідки для ринку праці – аварія на АЗС може призвести до тимчасової/постійної втрати робочих місць значної кількості людей

Фактори, що враховують екологічні наслідки:

- 4.1) тип використовуваного палива, стандарт – прямо впливає на кількість шкідливих речовин, важких металів, що можуть виділитись в процесі горіння нафтопродуктів
- 4.2) погодні умови (температура, швидкість вітру, ступінь вертикальної стійкості повітря (інверсія, конвекція, ізотермія)) – впливають на характер та розсіювання забруднюючих речовин (ЗР) внаслідок горіння у атмосфері
- 4.3) пора року – має вплив взагалі на стан і погодних умов, так і на стан всіх складових екосистеми, взимку одні АЗС можуть бути більш стійкі, ніж влітку тощо
- 4.4) наявність поблизу АЗС відкритих водойм, що мають господарське значення – у разі аварійної ситуації висока можливість забруднення водних ресурсів і більших екологічних збитків
- 4.5) тип та структура ґрунтів – впливає на глибину проникнення ЗР у товщу ґрунту
- 4.6) глибина залягання ґрунтових вод, наявність поблизу колодязів, свердловин – при невисокій глибині залягання і наявних засобів відбору ґрунтових вод зростає ризик забруднення ґрунтових вод і більших екологічних збитків
- 4.7) наявність поблизу АЗС ділянок природно-заповідного фонду – при наявності поблизу більший ризик екологічних збитків і соціального ефекту водночас
- 4.8) наявність поблизу АЗС значних лісових масивів – за наявності більша ймовірність поширення лісових пожеж і екологічних збитків
- 4.9) наявність поблизу АЗС земель с/г значення (орних земель, пасовищ тощо) – існує можливість вилучення земельного фонду із сільськогосподарського використання через ймовірне забруднення
- 4.10) характер рельєфу біля АЗС – наявність нерівностей зменшує масштаби забруднення, тоді як рівний характер не перешкоджає забрудненню місцевості
- 4.11) наявність поблизу АЗС рекреаційних зон (як великих, там і малих) – аварія на АЗС може мати негативний як екологічний ефект у разі забруднення цих зон, так і соціальний через втрату цих зон

Використання МАІ для оцінки факторів

Можна скласти наступну ієрархію критеріїв оцінки уразливості АЗС для методу аналізу ієрархій (МАІ):



Таблиця 1 – Результат виконання попарного порівняння для інциденту вибух пароповітряної суміші нафтопродуктів (економічні наслідки)

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	Сер. геом.	x_j – вектор пріорит.	%
E1	1	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	2	3	3	0,5083	0,0355	3,55
E2	5	1	2	3	3	3	2	8	8	8	3,5008	0,2442	24,42
E3	5	1/2	1	2	2	2	1	7	7	7	2,419	0,1687	16,87
E4	5	1/3	1/2	1	1	1	1/2	6	6	6	1,5683	0,1094	10,94
E5	5	1/3	1/2	1	1	1	1/2	6	6	6	1,5683	0,1094	10,94
E6	5	1/3	1/2	1	1	1	1/2	6	6	6	1,5683	0,1094	10,94
E7	5	1/2	1	2	2	2	1	6	6	6	2,3097	0,1611	16,11
E8	1/2	1/8	1/7	1/6	1/6	1/6	1/6	1	2	2	0,3500	0,0244	2,44
E9	1/3	1/8	1/7	1/6	1/6	1/6	1/6	1/2	1	1	0,273	0,0190	1,90
E10	1/3	1/8	1/7	1/6	1/6	1/6	1/6	1/2	1	1	0,273	0,0190	1,90
										Σ	14,3385	1	100
$x_j \cdot \sum_{i=1}^n a_{ij}$	1,14	0,87	1	1,17	1,2	1,2	1	1	0,9	0,88	$\lambda_{\max}$	10,3577	
											ly	0,03975	
											by	2,66%	

Повні таблиці порівняння факторів за допомогою MAI можна отримати за посиланням:

https://drive.google.com/drive/folders/130AklO1dX8V7yfDOCu1_put1phkM0mOM

Таблиця 2 – Результати обчислення пріоритетів факторів для 3 інцидентів за допомогою МАІ

Економ. фактори	Пріоритет, %	Соціал. фактори	Пріоритет, %	Еколог. фактори	Пріоритет, %
Вибух пароповітряної суміші нафтопродуктів з утворенням ударної хвилі					
E1	3,55	C1	20,00	Ек1	22,99
E2	24,42	C2	14,75	Ек2	1,42
E3	16,87	C3	22,97	Ек3	1,42
E4	10,94	C4	3,31	Ек4	4,51
E5	10,94	C5	2,60	Ек5	1,92
E6	10,94	C6	9,21	Ек6	1,92
E7	16,11	C7	9,21	Ек7	6,71
E8	2,44	C8	1,33	Ек8	6,71
E9	1,90	C9	1,63	Ек9	6,71
E10	1,90	C10	15,00	Ек10	25,34
–	–	–	–	Ек11	20,34
Пожежа проливу нафтопродуктів					
E1	2,20	C1	11,37	Ек1	3,29
E2	24,01	C2	23,01	Ек2	6,82
E3	19,50	C3	30,52	Ек3	6,82
E4	9,85	C4	5,20	Ек4	10,58
E5	9,67	C5	1,63	Ек5	2,22
E6	9,67	C6	7,22	Ек6	2,22
E7	16,12	C7	10,45	Ек7	10,58
E8	4,50	C8	5,24	Ек8	22,66
E9	2,24	C9	2,21	Ек9	16,31
E10	2,24	C10	3,15	Ек10	2,19
–	–	–	–	Ек11	16,31

Продовження Таблиці 2

Економ. фактори	Пріоритет, %	Соціал. фактори	Пріоритет, %	Еколог. фактори	Пріоритет, %
«Вогняна куля»					
E1	1,39	C1	21,99	Ек1	8,01
E2	27,49	C2	12,44	Ек2	13,09
E3	20,24	C3	29,16	Ек3	13,09
E4	9,53	C4	4,98	Ек4	5,14
E5	9,53	C5	1,40	Ек5	1,94
E6	9,53	C6	8,11	Ек6	1,94
E7	14,81	C7	12,44	Ек7	8,01
E8	3,19	C8	2,53	Ек8	25,75
E9	2,48	C9	2,22	Ек9	8,01
E10	1,81	C10	4,74	Ек10	1,94
–	–	–	–	Ек11	13,09

Із таблиці 2 видно, що для всіх 3 інцидентів можна виділити найбільш значущими і спільними економічні фактори E2-E7, соціальні C1-C3 та екологічний Ек11.

Використання методу експертних оцінок (ранжування)

У зв'язку з трудомісткістю і великою фінансовою складовою для проведення опитування великої кількості експертів для реалізації МАІ для визначення ваги факторів уразливості АЗС, нами було запропоновано створити веб-форму для опитування експертів (версія українською доступна за посиланням: <https://petrol-stations-form-survey.onrender.com/>). Після ознайомлення експерта із змістом проекту і надання згоди на обробку його даних, спочатку ним заповнюються статистичні дані про себе (стать, вік, освіта і т.ін.), далі він переходить до ранжування, де йому на вибір пропонується проранжувати критерії економічних, соціальних і екологічних факторів на вибір, оцінюючи їх вагомість від 1 (найменш вагомий) до 10 (найбільш вагомий).

Опитування задля картографування ризиків автозаправних станцій (АЗС) Одеського регіону

Ви можете закрити дану або інші сторінки цієї форми та повертатись до них: заповнювати, редагувати власні відповіді протягом двох тижнів.

Після того, як Ви натиснете кнопку "Надіслати" на цій сторінці, Ви більше не зможете змінити свою відповідь.

Для відправки необхідно заповнити принаймні 1 групу факторів.

Економічні

10 факторів -

[Перейти до ранжування](#)

Соціальні

10 факторів -

[Перейти до ранжування](#)

Екологічні

11 факторів -

[Перейти до ранжування](#)

ПОВЕРНУТИСЯ НАЗАД

НАДІСЛАТИ

На даний час було опитано 16 експертів за допомогою веб-форми. Аналіз статистичних даних про експертів, що взяли участь в опитуванні, наступний:

- стать: чоловіча – 87.5%, жіноча – 12.5%;
- вік: 18-35 – 25%, 35-60 – 56.2%, 60+ – 18.8%;
- дохід: маленький – 12.5%, середній – 87.5%, великий – 0%;
- сімейний стан: неодружений – 31.2%, одружений – 68.8%;
- наявність дітей: немає дітей – 68.8%, є діти – 31.2%;
- освіта: повна середня – 6.25%, професійно-технічна – 6.25%, базова вища – 12.5%, повна вища – 75%;
- науковий ступінь: немає – 31.2%, є – 68.8%;
- досвід керування автомобілем: немає – 45.5%, менше 1 року – 0%, 1-2 роки – 9.1%, 2-5 років – 0%, 5-10 років – 18.2%, 10+ років – 27.2%;
- чи пов'язана проф. діяльність респондента з ризиком, або його оцінкою чи управлінням: ні – 50%, так – 50%.
- чи розташовано АЗС поблизу місця житла респондента: ні – 50%, так – 50%.
- чи розташовано АЗС поблизу місця роботи респондента: ні – 62.5%, так – 37.5%.



Опитування проводиться в межах виконання спільного україно-британського проекту [\(детальніше\)](#) в межах партнерства Національного університету «Одеська політехніка» із Portsmouth University.

Мета опитування: Ранжування економічних, соціальних та екологічних факторів уразливості АЗС в залежності від таких поширених сценаріїв надзвичайної ситуації як вибух з утворенням ударної хвилі, пожежа проливу нафтопродуктів і «вогняна куля».

Проект є вкрай важливим для безпеки мешканців будь-якого регіону. Після його реалізації на Ваш Email прийде посилання за яким можна буде безкоштовно завантажити ГІС-додаток із картою ризиків від АЗС.

Опитування задля картографування ризиків автозаправних станцій (АЗС) Одеського регіону



Результати візуалізації зон ризику від АЗС за вказаним сценарієм аварії вибух з утворенням ударної хвилі та масштабом для міста Одеси в підсистемі QGIS

Продовжити

Таблиця 3 – Результати експертних оцінок факторів уразливості АЗС після заповнення веб-форми (метод рангових оцінок)

Економ. фактори	Пріоритет, %	Соціал. фактори	Пріоритет, %	Еколог. фактори	Пріоритет, %
Вибух пароповітряної суміші нафтопродуктів з утворенням ударної хвилі					
E1	6.83	C1	8.18	Ек1	6.0
E2	7.75	C2	6.36	Ек2	4.42
E3	6.75	C3	7.82	Ек3	3.5
E4	6.75	C4	3.55	Ек4	4.58
E5	7.67	C5	3.36	Ек5	3.5
E6	5.75	C6	4.73	Ек6	3.5
E7	7.5	C7	6.73	Ек7	4.83
E8	5.33	C8	6.55	Ек8	5.92
E9	5.5	C9	5.73	Ек9	4.92
E10	3.83	C10	5.64	Ек10	6.25
–	–	–	–	Ек11	6.33
Пожежа проливу нафтопродуктів					
E1	6.67	C1	7.18	Ек1	6.67
E2	7.08	C2	7.0	Ек2	6.67
E3	6.17	C3	7.55	Ек3	4.83
E4	6.08	C4	3.36	Ек4	5.17
E5	7.25	C5	3.09	Ек5	4.67
E6	5.58	C6	4.18	Ек6	5.17
E7	6.75	C7	7.0	Ек7	5.67
E8	5.75	C8	7.18	Ек8	7.58
E9	5.58	C9	5.91	Ек9	6.58
E10	3.75	C10	4.82	Ек10	6.67
–	–	–	–	Ек11	6.33

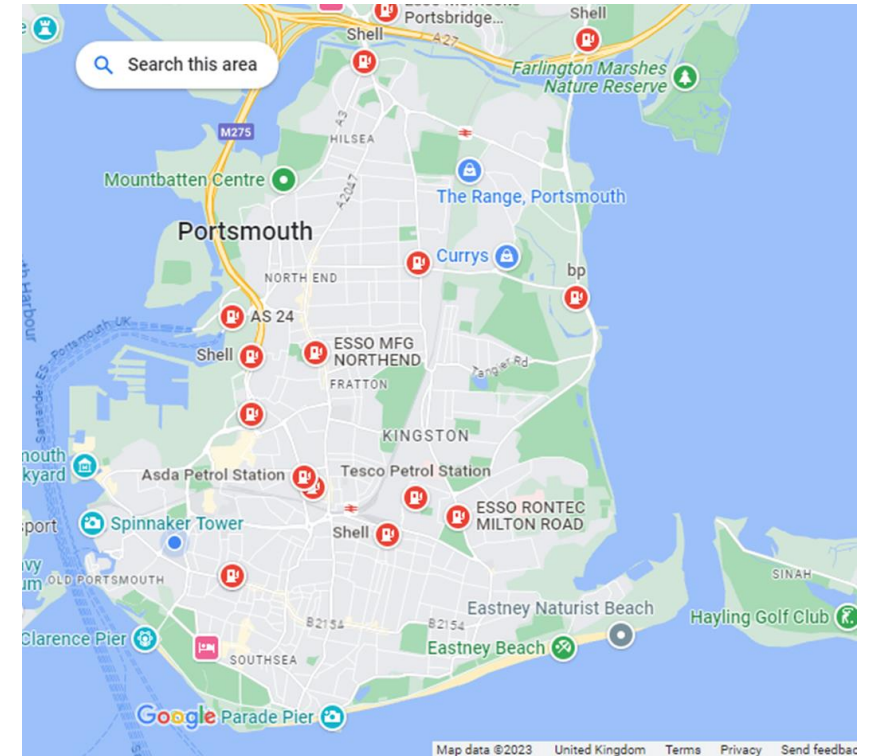
Продовження Таблиці 3

Економ. фактори	Пріоритет, %	Соціал. фактори	Пріоритет, %	Еколог. фактори	Пріоритет, %
«Вогняна куля»					
E1	7.0	C1	7.82	Ек1	6.25
E2	8.17	C2	6.64	Ек2	6.08
E3	6.33	C3	7.91	Ек3	4.42
E4	6.83	C4	3.45	Ек4	4.17
E5	7.5	C5	3.0	Ек5	3.75
E6	6.33	C6	4.45	Ек6	3.67
E7	7.42	C7	6.73	Ек7	5.08
E8	5.67	C8	6.73	Ек8	7.08
E9	5.67	C9	5.64	Ек9	5.67
E10	3.83	C10	5.09	Ек10	5.17
—	—	—	—	Ек11	6.33

При аналізі таблиці 3 нами було виділено як найбільш вагомні фактори для кожного інциденту такі, що мають ранг 6 і вище. З таблиці 3 видно, що серед найбільш вагомних факторів уразливості АЗС для всіх 3 інцидентів спільними є економічні E1-E5 і E7, соціальні C1-C3, C7-C8 та екологічні Ек1 і Ек11.

Предметне дослідження Портсмуту

- Острівне місто з населенням близько 140 000 жителів
 - Найбільш густонаселене в Європі
- Знаходиться на низьких висотах, місцезнаходження ВМС Великобританії
- Військова, машинобудівна та космічна промисловість
- Поромний порт, транспортний вузол
- Деякі туристичні та історичні місця
- Університетське місто
- Деякі райони з відносно високим індексом соціальної депривації
- 11 АЗС
- 400 м початкова одна зона



Джерело: Google Maps

Результати: Попарне порівняння

	Економічні	Екологічні	Соціальні
Економічні	-	1.5	3
Екологічні	0.667	-	1.667
Соціальні	0.333	0.6	-

Метод власних значень (<http://www.isc.senshu-u.ac.jp/~thc0456/EAHP/AHPweb.html>)

Вимір стійкості	Початкова вага
Економічна	0.505
Екологічна	0.317
Соціальна	0.179

Індекс невідповідності: 0.0018

Результати: ранжування наслідків

Ранг	Код АЗС	Втрачені життя	Економічні	Екологічні	Соціальні	Стійкість
1	4	1.000	1.000	0.679	1.000	0.899
2	2	0.854	0.754	0.464	0.986	0.704
3	5	0.828	0.799	0.679	0.884	0.777
4	10	0.828	0.737	0.679	0.894	0.747
5	7	0.823	0.959	0.679	0.710	0.827
6	11	0.818	0.703	0.679	0.932	0.737
7	3	0.797	0.853	1.000	0.855	0.901
8	9	0.776	0.765	0.679	0.643	0.716
9	6	0.766	0.980	0.893	0.884	0.936
10	1	0.655	0.730	0.571	0.874	0.706
11	8	0.532	0.509	1.000	0.700	0.699



Odesa Polytechnic
National University



UNIVERSITY OF
PORTSMOUTH



Universities
UK

6. Резюме результатів

- У результаті дослідження на основі системного аналізу було сформульовано набір із 40 факторів, що характеризують уразливість АЗС з точки зору наслідків ймовірного аварійного інциденту, які було розділено на 4 групи: втрачені життя, а також економічні, соціальні та екологічні наслідки інциденту
- Щоб зменшити кількість факторів запропоновано використати метод аналізу ієрархій, а також метод експертних оцінок (ранжування) із наступним порівнянням їх результатів і прийняттям рішення, які з 31 фактора уразливості АЗС слід брати до уваги (фактори, що включають втрачені життя, не порівнюємо з іншими)
- В результаті виконання МАІ для досягнення цієї мети було встановлено, що для всіх 3 інцидентів можна виділити найбільш значущими і спільними економічні фактори Е2-Е7, соціальні С1-С3 та екологічний Ек11. Аналіз даних за допомогою методу експертних оцінок (ранжування) дав схожі результати, встановивши що найбільш значущими і спільними для 3 інцидентів є фактори Е1-Е5, Е7, С1-С3, С7-С8 та Ек1 і Ек11. Як видно, результати МАІ та методу ранжування дають схожі результати, що дає підставу для виділення ключових факторів уразливості АЗС із 3 груп для кожного із інцидентів і наступної оцінки ваги обраних критеріїв
- У зв'язку з неможливістю виконання візуалізації даних про уразливість АЗС на картах України через воєнний стан, тематичне дослідження було проведене британськими колегами для м. Портсмут, де наявні 11 АЗС у місті були проранжовані за наслідками ймовірного аварійного інциденту, включаючи всі групи факторів загалом

Публікації матеріалів досліджень на конференціях та в наукових журналах

- Іванов О.В., Арсірій О.О., Беляєв К.О. Аналіз аварійних ситуацій на АЗС та їх екологічних наслідків в геоінформаційних системах. **Перспективи розвитку геоінформаційних технологій в умовах змін клімату** : збірник матеріалів міжнар. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 20 квітня 2023 р.). Одеса : Олді+, 2023. С. 23-29.
- Беляєв К.О., Іванов О.В., Арсірій О.О. Методика оцінки стійкості АЗС на основі інтелектуального аналізу даних про потейнційно-небезпечні об'єкти в ГІС. **«Сучасні інформаційні технології – 2023»** : матеріали 13-тої міжнародн. наук. конфер. студентів та мол. учених (м. Одеса, 18-19 травня 2023 р.) / МОН України; Національний університет «Одеська політехніка»; Ін-т комп'ют. систем. Одеса : Наука і техніка, 2023. С. 68-70.
- Svitlana Antoshchuk, Olena Arsirii, Bieliaiev Kyrylo, Phil Crook , Oleksii Ivanov, Dylan Jones, Lyness Kanada, Ashraf Labib, Vadym Oliinyk, Sergiy Smyk, Richard Teeuw. Multiple Sustainability Criteria Mapping of Petrol Station Risk. **Production and Operations Management Society (POMS) 2023 International Conference** (Paris, 18-20 July 2023). Presentation.
- Ashraf Labib, Dylan Jones, Olena Arsirii, Sergiy Smyk, Oleksii Ivanov. Analysis of Petrol Station Vulnerability Factors Regarding Accidents Using Analytic Hierarchy Process and Ranking. **Information Control Systems & Technologies**, Conference September 21-23, 2023, Odesa. Materials of the conference. Pp. 198-200.
- У процесі виконання наукові статті за результатами дослідження у міжнародному журналі з операційних досліджень EJOR або JORS та у Східно-Європейському журналі передових технологій

Подяка

Цей проект став можливим завдяки грантовій схемі UK-Ukraine Twinning, що фінансується Research England за підтримки Universities UK International та UK Research and Innovation



Odesa Polytechnic
National University



UNIVERSITY OF
PORTSMOUTH



Universities
UK

Вельми дякуємо вам за вашу увагу!

Координатор проекту від Університету м. Портсмут: Ділан Джонс
dylan.jones@port.ac.uk

Координатор проекту від Одеської політехніки: Олексій Іванов lesha.ivanoff@gmail.com

Веб сторінка проекту на сайті Національного університету «Одеська політехніка»:
<https://op.edu.ua/en/international/projects/uk-ukraine-twinning-initiative-14>