

‘МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної роботи бакалавра

на тему «Розробка методу визначення оптимального розміщення нафтобаз»

Виконав:

студент 3 курсу, групи ТТ-19ск _____ Є.К.Приткін
(шифр групи) (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент _____ В.О.Сістук
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри:

д.т.н., професор _____ Ю.А. Монастирський
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище та ініціали)

Кривий Ріг – 2022 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Галузь знань: 27 – «Транспорт»

Спеціальність: 275 – «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
автомобільного транспорту

_____/_____
” _____ 2022 р. . /

ЗАВДАННЯ

НА ВИПУСКНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Приткіну Євгенію Костянтиновичу

1. Тема *Розробка методу визначення оптимального розміщення нафтобаз* керівник проекту Сістук В.О., к.т.н., доцент затверджені наказом університету від 27.04.2022 року №280с
2. Строк подання студентом роботи для перевірки на плагіат 16.06.2022
3. Вихідні дані до роботи: Перелік АЗС Дніпропетровської області.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Фактори впливу на вибір розташування нафтобази 2. Метод визначення оптимального розміщення нафтобази 3. Розрахунок витрат на перевезення нафтопродуктів за оптимальною схемою доставки 4. Охорона праці.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Графіки та діаграми по результатам досліджень у вигляді презентації в програмі Microsoft Office Power Point, на компакт диску з шістьма екземплярами роздруковки презентації для членів ДЕКу.
6. Дата видачі завдання 27.04.2022.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1	Фактори впливу на вибір розташування нафтобази	27.04-5.05	
2	Метод визначення оптимального розміщення нафтобази	5.05 – 12.05	
3	Розрахунок витрат на перевезення нафтопродуктів за оптимальною схемою доставки	12.05-15.05	
4	Охорона праці	15.05-16.05	
5	Оформлення пояснювальної записки і презентації	16.05-26.05	

Студент

(підпис)

Є.К.Приткін

Керівник роботи

(підпис)

В.О. Сістук

РЕФЕРАТ

У період післявоєнної відбудови гостро поставатиме питання нового будівництва нафтобаз, які були знижені російською федерацією під час війни. При виробленні проекту розташування нафтобази врахуванню підлягають ряд обмежень та умов її функціонування. Робота присвячена розробці методу визначення раціонального розташування нафтобаз.

Визначено координати оптимального розташування нафтобази у Дніпропетровській області за допомогою методу центру тяжіння, який широко використовується для вирішення подібних задач. Відповідно до координат та об'ємів резервуарів 281 автозаправних станцій у Дніпропетровській області розраховано координати оптимального розташування нової трубопровідної нафтобази – поблизу траси Е50 в районі селища Миколаївка, що знаходиться на відстані 39 км від головного залізничного вокзалу міста Дніпро. Розрахунковий об'єм резервуарів нафтобази для обслуговування попиту на нафтопродукти через мережу з 281 автозаправних станцій – 36652 м³ (II категорія).

Оптимальна схема доставки нафтопродуктів з нової нафтобази на автозаправки Кривого Рогу визначена за допомогою програми управління транспортною логістикою OptimoRoute. Сумарна довжина доставки нафтопродуктів на 51 АЗС міста Кривого Рогу становить 3076 км. Вартість перевезень за використання оптимальної схеми доставки – 16733 тис.грн.:

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ВИБІР РОЗТАШУВАННЯ НАФТОБАЗИ	8
1.1.Особливості транспортування нафтопродуктів.....	8
1.2.Фактори, які впливають на вибір місця розташування нафтобази	11
1.3. Метод експертної оцінки при виборі розташування нафтобази	16
1.4. Висновки до розділу 1	19
РОЗДІЛ 2. МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ НАФТОБАЗИ.....	21
2.1 Обґрунтування задач дослідження.....	21
2.2. Розташування нафтобази у контексті логістичної стратегії.....	21
2.3. Розташування нафтобази у контексті економії витрат	23
2.4. Функції відстані при плануванні місця розташування	25
2.5. Метод центру тяжіння	27
2.6. Використання методу центру тяжіння для пошуку оптимального розміщення нафтобази.....	30
2.7.Висновки до розділу 2	33
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ВИТРАТ НА ПЕРЕВЕЗЕННЯ НАФТОПРОДУКТІВ ЗА ОПТИМАЛЬНОЮ СХЕМОЮ ДОСТАВКИ.....	35
3.1. Метод розрахунку	35
3.2. Результати розрахунку	35
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	39
ВИСНОВКИ.....	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	43
ДОДАТОК.....	45

ВСТУП

Актуальність теми. Під час бойових дій в Україні російська федерація завдала ракетних ударів по багатьом об'єктам цивільної інфраструктури. Для скорочення можливостей України стосовно використання наявних енергетичних ресурсів удари були нанесені по паливній інфраструктурі, нафтобазам у Львівській, Київській, Волинській та Рівненській областях.

Знищення нафтобаз у воєнний час потребуватиме вирішення питання післявоєнної відбудови у частині нового будівництва даного типу об'єктів. При виробленні проекту нафтобази як важливого з точки зору безпеки об'єкту врахуванню підлягають ряд обмежень та умов її функціонування. Однак, насамперед, першим питанням постає визначення раціонального місця розташування нафтобази. Більшість методів вирішення даної задачі пов'язані із проробкою варіантів локації для оптимального розташування саме логістичного складу, а не нафтобази. Отже, особливості роботи нафтобази, ємності її резервуарного парку, специфіка формування попиту споживачів, у якості яких виступають автозаправні станції, у цих методах не враховуються.

Таким чином, актуальною задачею постає розробка методу визначення раціонального розташування нафтобаз з урахуванням зазначених обмежень.

Мета і задачі дослідження. Розробка раціонального варіанту розташування трубопровідної нафтобази для обслуговування мережі автозаправних станцій Дніпропетровської області.

Основні задачі дослідження:

1. Провести огляд факторів впливу на вибір розташування нафтобази.
2. Розробити метод визначення оптимального положення нафтобази.
3. Перевірити розроблений метод на прикладі комплексу автозаправних станцій Дніпропетровської області.
4. Оцінити витрати на перевезення нафтопродуктів за оптимальною схемою доставки.

Об'єкт дослідження – задача оптимального розташування нафтобази.

Предмет дослідження – модель оптимального розташування нафтобази.

Методи дослідження. Аналіз, лінійне програмування, метод центру тяжіння, програма управління транспортною логістикою, геоінформаційна система.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблений варіант розташування трубопровідної нафтобази категорії II у Дніпропетровській області дозволяє ефективно використовувати ємкості нафтобази для задоволення потреб у нафтопродуктах 281 АЗС області.

Структура і обсяг роботи. Робота містить такі основні частини: реферат, вступ, чотири розділу, висновки, список використаних джерел з 16 найменувань, додаток на 7 с. Загальний обсяг роботи – 50 с, включаючи 11 рисунків та 1 таблицю.

РОЗДІЛ 1. ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ВИБІР РОЗТАШУВАННЯ НАФТОБАЗИ

1.1. Особливості транспортування нафтопродуктів

Мережа логістичних послуг, необхідна для постачання нафтопродуктів від нафтобази/заводу до кінцевих споживачів, являє собою складну систему трубопроводів, суден, залізниць і вантажних автомобілів. Часто для переміщення нафтопродуктів з нафтопереробних заводів, портів і великих терміналів до надзвичайно розсіяних ринків по всій країні використовується кілька методів транспортування. Великі відстані та різноманітність використовуваних видів транспорту можуть створити проблеми для нафтопереробників, які повинні дотримуватися чітких специфікацій продукції. Забруднення нафтопродукту під час транспортування може призвести до дорогої повторної обробки в пункті доставки, якщо ретельно не контролюється цілісність системи розподілу. Все назване стає більш важливим із збільшенням суворості екологічних вимог до нафтопродуктів.

Для зниження витрат на транспортування та отримання вигоди від збільшення ефекту масштабу, нафтопереробники укладають велику кількість угод про обмін продуктами один з одним. Обмін продуктами відбувається, коли один нафтопереробник надає іншому нафтопереробнику конкретні продукти в певному місці в обмін на аналогічну якість та обсяг продукції в іншому місці.

Товарні обміни значно зменшують обсяги та відстані, на які переміщуються продукти, тим самим значно зменшуючи витрати на транспортування та вплив на навколишнє середовище. Ці угоди не тільки дозволили промисловості консолідувати свою діяльність на рівні нафтопереробних заводів, але також призвели до консолідації місцевих терміналів для продуктів. Купувати бензин у фірмовій точці, яку виробляв один із головних конкурентів, вже не є незвичайним.

У випадках, коли обмін продуктами відсутній, компаніям необхідно вжити інших заходів для постачання своїх терміналів і роздрібних мереж. На спосіб транспортування, який вони виберуть для переміщення своєї продукції, буде впливати кілька факторів. Головне занепокоєння викликають географічні бар'єри, а також обсяг продукції, на яку є попит на кожному з цих ринків, і відносні витрати на транспортування. Кожен вид транспорту має свої сильні та слабкі сторони.

Термінали (нафтобази) поширені ширше, ніж нафтопереробні заводи, і зазвичай розташовані поблизу основних ринків. Трубопроводи є найбезпечнішим, найнадійнішим і рентабельним способом транспортування великого обсягу нафтопродуктів, які необхідно переміщувати по всій країні щодня. Однак величезні капітальні витрати, пов'язані з будівництвом трубопроводів, обмежують їх використання місцями, куди потрібно переміщати дуже великі обсяги продукції протягом тривалого періоду часу. Термін окупності таких проектів часто становить 15-20 років і більше.

Якщо обсяги нафтопродуктів не можуть виправдати будівництво нафтопроводу, нафтопродукти транспортуються до терміналів по суші вантажними автомобілями та залізницею, а по воді – на морських танкерах. Хоча перевезення вантажним автотранспортом є найдорожчим способом транспортування, він також є найгнучкішим. Автоцистерни транспортують весь бензин з терміналів або нафтопереробних навантажувальних пунктів до підземних резервуарів у кожній торговій точці.

У результаті значної раціоналізації за останні 20 років на деяких ринках терміналів існує лише один термінал, і всі продавці на ньому завантажуються. З цих місцевих терміналів нафтопродукти доставляють вантажними автомобілями до роздрібних магазинів/клієнтів. Кожен продукт має різну систему доставки з терміналу залежно від клієнтської бази. Наприклад, авіаційне пальне часто транспортується трубопроводом безпосередньо в аеропорт. Дизельне паливо розповсюджується через роздрібні торгові точки, великі комерційні стоянки для карток, де автотранспортні компанії можуть заповнювати бензовозами без

нагляду в місцях розповсюдження, або вантажними автомобілями, які доставляють безпосередньо до цистерн клієнта. Пічне паливо подається з терміналу безпосередньо споживачам опалення будинку.

Бензин, найбільш помітний і широко використовуваний з усіх нафтопродуктів, має найбільш розосереджену мережу збуту. Перед тим, як бензин покине термінал, деякі роздрібні продавці бензину додадуть «присадки продуктивності», щоб відрізнити свій бренд від брендів своїх конкурентів. Формула для кожного пакета присадок унікальна для конкретного бренду. Оскільки багато компаній забирають продукцію з одного терміналу, запатентовані присадки зазвичай додаються на терміналі і є єдиним способом диференціації бензину в торгових точках.

Етанол і змішаний з етанолом бензин через його здатність вбирати воду не можна транспортувати по трубопроводу. Етанол можна перевозити залізницею або вантажним автотранспортом, але його необхідно змішувати на терміналі для тих місць, які постачаються морським транспортом або трубопроводом. Для зберігання етанолу та компонента для змішування бензину, з яким він буде змішаний, потрібні спеціальні резервуари. Робота з паливом, змішаним з етанолом, також вимагає модифікації інших аспектів системи розподілу палива, включаючи вантажний автотранспорт, роздрібні резервуари для зберігання та насоси станцій технічного обслуговування.

Сховище рідкої нафти забезпечує життєво важливий зв'язок між морською, автомобільною, залізничною та трубопровідною системами. Типовий термінал, як правило, розташований неподалік від портової зони і оснащений різними активами, які забезпечують ефективне та безпечне обслуговування та зберігання.

Дані активи представляють собою, але не обмежуються такими об'єктами.

Морський причал або палуба: зазвичай розташована в порту, використовується для швартування корабля поруч. Він забезпечує безпечну

зону, де судна можна безпечно пришвартовувати для продовження вантажних або розвантажувальних робіт.

Резервуарний парк: група резервуарів, де зберігаються нафтопродукти, конструкція резервуара змінюється в залежності від специфікації продукту, який буде зберігатися [1], резервуари можуть бути зі стаціонарним дахом, плаваючим дахом, резервуарами з підігрівом або ізольованими резервуарами.

Система трубопроводів: це мережа, через яку рідкий продукт переміщується з терміналу на судно або з нього. Труби виготовляються зі сталі різної якості: вуглецевої, оцинкованої або нержавіючої сталі. Для більшої гнучкості часто використовують шланги в основному для з'єднання з берегом судна.

Насосна система: це обладнання, яке використовується для перекачування продукту з резервуарів у кораблі, залізничні вагони або вантажівки. Насоси бувають різних розмірів для широкого спектру застосувань. Найпоширенішими типами насосів, які використовуються в терміналах, є: об'ємні та відцентрові.

Завантаження вантажним автотранспортом/залізницею: актив, який використовується для завантаження нафтопродуктів у вантажний транспорт або залізничні вагони, вимірювання передачі на зберігання зазвичай забезпечується за допомогою витратомірів з використанням різних технологій, таких як Коріолісові, турбінні чи вимірювачі з додатним переміщенням [2]. Крім того, зазвичай використовують ваги для нафтопродукту, коли вага враховується для комерційних операцій.

1.2. Фактори, які впливають на вибір місця розташування нафтобази

Основний процес вибору місця розташування нафтобази має враховувати економічну географію району.

Так, нафтобаза може бути розширена у плані, якщо ділянка знаходиться в зоні, схильній до сейсмічних порушень. В даному випадку для обладнання з

підключення можуть знадобитися гнучкі з'єднання та захисні компонування. Для цього знадобитися тісна співпраця між інженером-технологом, планувальником, архітектором, інженером-будівельником та конструктором. На місцезнаходження обладнання та ділянки часто впливають зміни несучої здатності ґрунту або рівня ґрунтових вод. Поверхня землі може забезпечувати бажаний гравітаційний потік між або всередині нафтобази.

Ймовірні екстремальні погодні умови повинні бути визначені та враховані в проєкті. Отже, нафтобаза в уражених районах вимагатиме великої поверхні відведення води, зокрема з насосних ям і резервуарів.

У деяких регіонах сильні грози можуть виникати дуже часто, і всі рослини повинні знаходитися в межах 120-градусного конуса захисту провідника.

Холодні умови можуть вимагати глибокого закопування рідинних труб та спеціальної їх ізоляції над землею, а також підвищений ризик виникнення статичної електрики.

У спекотних умовах захист від замерзання може бути непотрібним, але необхідно врахувати сонячний приріст, що може призвести до вимоги щодо підвищення проєктної температури та тиску в резервуарах. У таких умовах слід розміщувати охолоджувальну установку, якщо це можливо.

Напрямок переважаючого вітру різний у різних частинах світу, і це впливає на найкраще положення веж охолодження, які повинні бути за вітром від заводу.

Ділянки на висоті понад 600 м над рівнем моря матимуть значно нижчий середній барометричний тиск. Можливо, для цього потрібно враховувати такі параметри процесу, як щільність повітря та температури кипіння рідини.

Пересування персоналу та транспортних засобів всередині та між заводами ускладняється при екстремальних температурах, сильному вітрі, або у сильний дощ. Ці моменти повинні бути відображені при плануванні аварійних маршрутів з місць перебування персоналу та виборі транспортних засобів.

Усі ці фактори можуть вплинути на те, чи є будівлі на заводі закритими, відкритими або відсутніми.

При перегляді можливих варіантів розташування нафтобази враховувати, серед іншого, такі фактори вибору проекту, як:

Бажане планування пропонованого комплексу;

Вартість, розміри, форма та контури ділянки для будівництва;

Необхідний ступінь вирівнювання та заповнення ділянки;

Несучі якості та кислотність ґрунту;

Природні схеми дренажу ділянки та околиць;

Природні ґрунтові води та повені;

Напрямок переважаючого вітру;

Історія максимальної швидкості вітру;

Геологічні обмеження, включаючи сейсмічну активність;

Наявність старих шахт та виробок, водопропускних труб, трубопроводів або старих хімічних відвалів;

Простота отримання дозволів на розміщення та подальших умов планування/обмежень;

Характер прилеглої землі та діяльності;

Майбутні проекти, які розглядаються, що прилегли до пропонованого майданчика, які могли б принести користь або мати соціальні або шкідливі наслідки;

Конкретні юридичні чи політичні обмеження, які можуть стосуватися одного місця, а не іншого (включаючи межі та обмеження доступу, проїзної частини, пішохідні доріжки тощо).

Однак деякі важливі критерії вибору локації для будівництва нафтобази не залежать від самого її проекту, натомість вони відображають зв'язок ділянки з навколишнім середовищем. Важливим фактором є близькість ділянки до постачання сировини, напрямків та ринків продукції та доступних до ділянки транспортних засобів автомобільного, залізничного транспорту, док (а також для невеликих вантажів високої вартості, аеропортів).

Необхідно шукати оптимальне поєднання вартості, безпеки, простоти та надійності транспортування, беручи до уваги законодавчі вимоги до

транспортування матеріалів, особливо небезпечних або легкозаймистих. Слід перевірити наявність місцевої робочої сили з відповідними навичками, якістю та мотивацією, а також наявність місцевих субпідрядників. Стає все більш важливим урахування стійкості розвитку різних варіантів розташування нафтобази.

Існуюча громада та її місцева інфраструктура шкіл, житла, соціального та культурного життя можуть впливати на бажання основного персоналу перейти на нову ділянку. На це може вплинути ставлення місцевої влади та груп тиску, відгуки як місцевої громади, так і суспільства в цілому про нове розташування.

Найпростішим впливом нового об'єкта, який можна виміряти, буде, по-перше, споживання комунальних послуг (вода, газ та електроенергія) і, по-друге, утворення технологічних та санітарно-технічних відходів, неприємного запаху та шуму, і руху транспортних засобів.

Сфера послуг повинна бути перевірена на її здатність впоратися з новим попитом і на стандарти якості. Можуть виникнути страхи (обґрунтовані чи інші) щодо серйозних аварій на заводах, які вплинуть на суспільство. Рівень ризику зазвичай не більший (а бажано значно менший), ніж той, який накладає на суспільство існуюча промисловість.

Необхідно звернути увагу на прилеглі інфраструктурні об'єкти, які представляють собою пожежну небезпеку (будівлі, фабрики, заводи). Достатність місцевих або регіональних служб пожежогасіння та інших аварійних служб має бути перевірена на предмет передбачуваних великих аварій.

Привабливі державні стимули для інвестицій та зайнятості в окремих сферах, допомога в будівництві відкриває розвиток соціальної інфраструктури, наприклад доріг, аеропортів і залізниць. Однак іноді очікується, що умовою згоди між владою та громадою є те, що проект передбачає фінансування місцевого соціального середовища або внесок у локальні проекти сталого розвитку.

Дуже важливо якомога раніше проконсультуватися з місцевою владою та іншими зацікавленими сторонами. Рекомендується наймати професійних

радників, які знають місцеве право, безпеку, екологію та соціальну практику. Обговорення з такими радниками та органами влади має не лише встановити, який ділянка може мати вплив на місцеву ситуацію, але також має виявити, чи є у органів планування будь-які інші пропозиції, які можуть вплинути на майбутні плани розширення.

Власник нафтобази повинен продовжувати підтримувати контакти з органами планування після її будівництва, щоб спробувати залишити відкритою можливість розширити робітничий процес. Існує ймовірність, що орган планування підпорядкуватиметься постійно допускати змішану (не вибірккову) забудову по периметру ділянки, щоб незабудована частина ділянки стала для власника непридатною для експлуатації землею.

З такою кількістю факторів, які слід враховувати, іноді вважають, що формальні методи, такі як матриця рішення можуть полегшити раціональне зважування всіх факторів, хоча частіше для виконання даної задачі використовуються неформальні методи та експертна оцінка.

Нафтобази бажано розміщувати з одного боку площі технологічної установки. Таке розташування забезпечує відповідну сегрегацію і передбачає можливість розширення або площі нафтобази або площі технологічного заводу в будь-який момент у майбутньому. Нафтобаза – це концентрація важких об'єктів, тому її слід розташовувати на хорошому несучому ґрунті, інакше може знадобитися сильна засипання палів для фундаменту.

Вибираючи місце установки з одним або кількома баками для легкозаймистих рідин, у HSG 176 [2] рекомендовано використовувати оцінку відстані передбачуваного сховища від кордону ділянки та будь-яких зовнішніх об'єктів; будівель на території; стаціонарних джерел запалювання; а також зберігання або переробка інших небезпечних речовин. Рекомендується розглянути, чи знаходяться резервуари над землею чи під землею; їх розмір і місткість; і чи вони є з стаціонарною або плаваючою конструкцією даху.

Резервуари повинні бути над землею, навіть якщо простір обмежений. Підземні резервуари, як правило, не є надійними через складність моніторингу

витоку. Навіть якщо це допустимо, вони не повинні бути під ділянками для обробки.

Стандарт HSE рекомендує не розміщувати резервуари під будівлями; на дахах будівель; у піднятому положенні обов'язково високо над рівнем землі; один на одного; або над тунелями, водопропускними трубами чи каналізацією. Також слід уникати розміщення резервуарів всередині будівель.

Матеріали не повинні зберігатися поруч з міськими забудовами, коли існує ймовірність необмеженого випаровування вибухової хмари (UVCE), вогняної кулі або дрейфуючої токсичної хмари, що негативно впливає на населення.

Нафтобази, які містять легкозаймисті матеріали, повинні бути у місцях, де немає дозволених джерел займання.. Це може відповідати зоні електричної класифікації, що визначається виштовхуванням пари під час наповнення.

Пожежа, що виникла в технологічній зоні або в іншому місці, всередині або за межами майданчика, не повинна поширюватися на нафтобазу. Так само вогонь у резервуарі або від розливу всередині насипу не повинен поширюватися на сусіднє підприємство чи будівлі, запалювати рослинність, травмувати співробітників або населення. Ці критерії допомагають визначити розташування нафтобази у межах ділянки.

Для невеликих установок резервуари для зберігання можуть бути розміщені відповідно до схеми потоку. Однак, загальні принципи дотримуються для поділу, щоб врахувати небезпеку займання та пожежі та дрейф токсичних хмар. Нафтобаза також має бути захищена від несанкціонованого проникнення.

1.3. Метод експертної оцінки при виборі розташування нафтобази

Для вибору місця розташування нафтобази у літературі [1] наведено методику, на основі якої проводиться порівняльний багатокритеріальний аналіз на основі соціальних, екологічних, економічних та технологічних факторів.

Важливо, з одного боку, визначити та дослідити достатню кількість критеріїв, які дадуть репрезентативну та повну картину альтернативних сценаріїв, які досліджуються, та з іншого боку, щоб відкалібрувати критерії, які будуть перевірені відповідно до їх характеристик.

Всього можна обрати систему критеріїв, розділених на чотири групи, як описано нижче.

1. Група соціальний критеріїв.

Міжнародні відносини – наслідки, пов'язані з виконанням плану, який має бути реалізований, можуть вплинути на навколишнє середовище інших держав; це може вимагати подання проекту плану та відповідного звіту про оцінку до прийняття та (або) затвердження вищезазначеного плану. Такі міжнародні консультації потребують часу і можуть продовжити період реалізації проекту.

Цивільна безпека – системи нафтобаз активно працюють багато років без жодних серйозних аварій. Проте високий потенціал ризику з джерелом зосередженої потужності не можна заперечувати, хоча аналіз статистичної інформації показує, що ймовірність такого ризику невисока. Ризик оцінюється і виражається у співвідношенні потенційної небезпеки та ймовірності її реалізації.

Психоемоційний фон – цілком логічно, що плани будівництва терміналів поблизу густонаселеної території можуть викликати занепокоєння у місцевих жителів.

2. Група екологічних критеріїв.

Ландшафт – до впровадження проекту терміналів та пов'язаної з ним інфраструктури, необхідно провести польові дослідження, проаналізувати потенційний вплив на ландшафт і необхідність змінити положення чинних правових актів.

Культурна спадщина – під час проектування нафтобази слід враховувати використання потенційно цінних територій, які вважаються культурною спадщиною.

Біологічне різноманіття – одним із найважливіших факторів, що обумовлюють різну оцінку альтернатив, є будівництво трубопроводів високого тиску. Перевагу можна віддати рішенням, які мають найменший вплив на значні території або він повністю усунений (уникнення будівництва на цінних територіях).

Шум – під час роботи нафтобази, джерелом шуму можуть бути двигуни, насоси або компресори, якими подається паливо.

3. Група економічних критеріїв.

Використання землі – незалежно від варіанту розташування нафтобази, необхідним стає побудувати трубопровід від терміналу до магістральної системи.

Витрати на будівництво – ціна на будівництво.

Операційні витрати – витрати, нараховані на передачу нафтобази до інфраструктурних мереж.

4. Група технічних критеріїв.

Безпека постачання – у разі порушення постачання, особливо в холодну пору року, можна зазнати великих втрат, особливо якщо така ситуація зберігається до тих пір, поки не з'явиться спосіб поповнити запас резерву, для якого знайдено паливо (найчастіше нафтопродукти).

Тривалість будівництва – час, протягом якого буде побудований термінал.

Припинення діяльності терміналу – середня кількість днів на рік.

Вагові коефіцієнти для кожної групи критеріїв визначалися за ступенем важливості кожного з них: соціальні 15%, екологічні 30%, економічні 35% і технічні 20% (сума 100%).

Потім визначаються вагові коефіцієнти для кожного критерію групи критеріїв залежно від ступеня важливості, яку має критерій у групі. Сума вагових коефіцієнтів дорівнює 100%. Їх розраховують шляхом множення вагових коефіцієнтів категорій-груп на відповідні вагові коефіцієнти критеріїв у кожній групі. Сума вагових коефіцієнтів критеріїв дорівнює 100%. Визначення вагових

коефіцієнтів критеріїв базувалося на досвіді відповідних застосувань та плані розвитку терміналу.

У роботі [1] були обрані три відомих методи експертних оцінок багатокритеріальних рішень (MCDM) для визначення місця знаходження терміналу:

- Просте адитивне зважування (SAW);
- Комплексна пропорційна оцінка (COPRAS);
- Процедура переваги замовлення за схожістю до ідеального рішення (TOPSIS).

SAW є найбільш відомим і практично використовуваним методом. Ідеєю якісних багатокритеріальних методів добре демонструє метод SAW.

У 1996 році дослідники Вільнюського технічного університету Гедимінаса (Завадскас, Каклаускас 1996) створили метод комплексного пропорційного оцінювання COPRAS [2]. Він використовується для багатокритеріальної оцінки значень критеріїв як максимізації, так і мінімізації.

Метод COPRAS широко використовується для оцінки складних процесів кількісними багатокритеріальними методами. Цей метод передбачає пряму і пропорційну залежність пріоритетності та ступеня корисності альтернатив вивчення від індексів системи, що адекватно описують альтернативи, а також значення індексів.

Метод TOPSIS був розроблений Хванг і Юн [3]. Метод заснований на ідеї, що оптимальна альтернатива найбільш схожа на ідеальне рішення (перебуваючи найближче до нього і на найбільшій відстані від негативно ідеального рішення).

1.4. Висновки до розділу 1

Рішення про розташування об'єкту інфраструктури є важливою частиною ефективного планування ланцюга поставок. Інші рішення в області транспортної та складської логістики, що стосуються, наприклад, транспортування або інвентаризації, часто можуть бути змінені за короткий термін, тоді як рішення

щодо розташування є менш гнучкими. Зміна місця розташування об'єкта, як правило, пов'язана із складними та вартісними процесами, який забирають як матеріальні, так і нематеріальні ресурси. Оскільки часто змінювати місце розташування не можна, остаточне рішення щодо оптимального розташування повинні бути ретельно сплановані експертами, у тому числі, спріючись на метод експертної оцінки за відомими критеріями, описаними у даному розділі.

Дану роботу присвячено розробці методу визначення географічних координат оптимального місця розташування нафтобази. Врахування названих у даному розділі критеріїв при цьому не входить до задач дослідження.

РОЗДІЛ 2. МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ НАФТОБАЗИ

2.1 Обґрунтування задач дослідження

Ефективне управління ланцюгом поставок часто є способом підвищення прибутковості. Рішення про розташування нафтобази, яка виступає у ролі розподільчого центру є однією з частин управління ланцюгом поставок. Функціональне розташування центрів розподілу може зменшити витрати на транспортування та скорочення термінів вхідного та вихідного замовлення. Скорочення термінів виконання замовлення полегшує контроль запасів і, швидше за все, підвищує рівень обслуговування.

За Стівенсоном [4], існує чотири кроки для прийняття рішення про місце розташування об'єкту інфраструктури. Ці кроки можна визначити як такі, що завдають необхідності:

1. Визначати критерії, які використовуватимуться для оцінки варіантів розташування;
2. Визначати критерії, які є важливими;
3. Розробляти варіанти розташування;
4. Оцінювати варіанти та обирати найкращий з них.

У цьому розділі бакалаврської роботи представлені різні критерії, які часто використовуються при виборі місця розташування. Також представлена модель оцінки критеріїв. Дані підходи використовуються пізніше як основа для емпіричної частини даної дипломної роботи.

2.2. Розташування нафтобази у контексті логістичної стратегії

Як і при усіх інших рішеннях в області складської логістики, рішення про розташування повинно прийматися, враховуючи необхідність зменшення витрат при досягненні цілей рівня обслуговування. Чопра та Майндл [5] наводять

приклад, що модель розташування об'єктів може зменшити транспортні витрати та час виконання, але водночас також збільшити витрати на складування та зробити логістичну систему неефективною. Баллу [6] вказує, що стратегія розташування, яка складається з рішення щодо розташування та проектування мережі, є важливим засобом досягнення цілей обслуговування клієнтів. Він розглядає розташування об'єкта як «кістку» ланцюга поставок, тобто воно є основою для інших рішень з управління логістикою.

У роботі [6] представлено чотири елементи в дизайні логістичної системи. Такими елементами є структура мережі, взаємозв'язок з ланцюгом поставок, контроль координації та стратегія/політика/процеси. На рис.2.1 показано, як пов'язані ці стратегічні цілі до структури мережі та характеру ланцюга поставок.

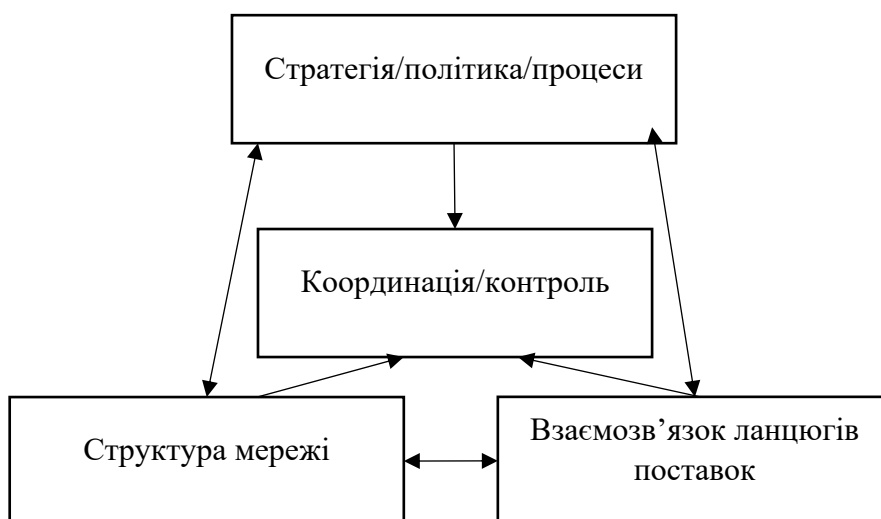


Рис.2.1.Елементи проекту логістичної системи

Як показано на рис.2.1, логістична система є складною системою, частини якої не тільки пов'язані одна з одною за допомогою координації та контролю, а й безпосередньо впливають одна на одну.

Рішення щодо структури мережі включають кількість ешелонів інвентаризації та розташування, що використовуються в системі. Отже, рішення про розташування є важливою частиною проекту мережі.

2.3. Розташування нафтобази у контексті економії витрат

Коли справа доходить до рішень щодо розміщення нафтобази, часто домінують економічні фактори [6]. Найбільш очевидна можливість заощадити при переміщенні нафтобази – це знизити витрати на вхідні та вихідні транспортні перевезення. Транспортні витрати часто лінійно залежать від відстані між нафтобазою (складами) та клієнтами або заводами/постачальниками. Про мінімізацію транспортних витрат говорилося ще в 1929 році Вебером [7]. Він використовує просту оптимізацію виконаної транспортної роботи (тонно-кілометрів), щоб визначити оптимальне розташування об'єкта та мінімізувати загальну відстань між об'єктом і групою клієнтів. Більш короткі відстані майже без винятку означають менші транспортні витрати. Краєвський та ін. [8] використовують метод «тяжіння-відстань» для вибору місця розташування об'єкту, що мінімізує відстань, на яку переміщується вантаж. Метод «тяжіння-відстань» – це математична модель, яка використовується для оцінки потенційного місця розташування на основі факторів близькості. Означення поняття «вантаж» залежить від галузі виробництва, і це можуть бути, наприклад, відправлення від постачальників або до клієнтів. Відстань також може бути замінено з часом, якщо це буде доцільним.

Краєвський та ін. у роботі [8] пояснюють, як метод «тяжіння-відстань» можна використовувати для обчислення оцінки «тяжіння-відстань» для певного місця. Організація прагне мінімізувати оцінку «тяжіння-відстань» шляхом вибору місця, яке веде до найкоротших відстаней.

Формула оцінки тяжіння-відстань:

$$\gamma = \sum_i l_i \cdot d_i$$

γ – оцінка тяжіння-відстань; l_i – тяжіння певного місця; d_i – відстань до місця розташування.

Мета полягає в тому, щоб знайти одне прийнятне місце розташування об'єкту, яке мінімізує оцінку. Однак, є багато інших факторів, які слід враховувати для зменшення витрат.

У роботі [8] представлено три основні економічні фактори при прийнятті рішень щодо розташування: земля, праця та капітал. Щільна територія робить будівництво нової нафтобази дорожчим, оскільки ціни на земельну ділянку вищі, ніж у більш порожніх регіонах. Витрати на оплату праці тісно залежать від рівня доходів мешканців регіону. Економічний фактор капіталу означає, що існують економічні стимули для компаній (держави), які вирішили створити об'єкт у певному місці. Це може означати, наприклад, зниження рівня податків або кредити на розвиток під низькі відсотки.

Хуанг та ін. [9] звертають увагу на можливість отримати нижчі ціни постачальників шляхом правильного розташування об'єкту. Вони стверджують, що не врахування ціни постачальників при розташуванні об'єкту є істотним упущенням. Відповідно до цієї теорії, оптимальні місця тяжіють до місць розташування постачальників, які пропонують нижчі ціни. Однак, якщо мінливість ціни висока, оптимальне розташування рухається до центру ваги попиту. У цих випадках для об'єкту вигідно знаходити розташування поблизу цього центру ваги і приділяти менше уваги цінам постачальників і місцям розташування постачальників.

Мелахрірудіс і Мін [10] провели дослідження оптимального розташування складу, вони зазначають, що об'єднання об'єктів інфраструктури може забезпечити економію коштів завдяки ефекту масштабу. Доведено, що перепроєктування складської мережі може допомогти компанії заощадити витрати на транспортування, інвентар і складування. Менша кількість складів призводить до зниження витрат на обробку, а також до зниження витрат на транспортування через збільшення можливостей для великого обсягу відправлень. Однак об'єднання, незважаючи на можливості економії, подовжує терміни виконання, отже, погіршує обслуговування клієнтів.

2.4. Функції відстані при плануванні місця розташування

При розрахунку витрат на основі відстаней, як у методі «тяжіння-відстань», важливо враховувати, яким чином вимірюються відстані. У реальному світі майже завжди є якесь наближення для визначення відстані.

Перший варіант відстані між двома точками на площині представляє собою прямолінійну відстань:

$$AB = |x_a - x_b| + |y_a - y_b| \quad (2.1)$$

AB – прямолінійна відстань; x_a – координата точки A ; y_a – координата точки A ; x_b – координата точки B ; y_b – координата точки B .

Прямолінійні відстані корисні, наприклад, у мегаполісах, де подорож відбувається по вулицях, які зазвичай ортогональні [11]. На рис.2.2 представлено зображення прямолінійної відстані.

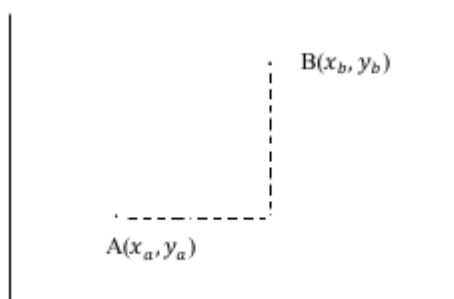


Рис.2.2. Прямокутна відстань між точками A та B .

Друга міра відстані, Евклідова відстань – це пряма відстань між двома точками. Передбачається, що з точки A в пункт B можна здійснити пряму подорож.

Евклідова міра відстані корисна, наприклад, у повітряному русі, де відстані майже прямі. Математична формула для Евклідової відстані

$$AB = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2} \quad (2.2)$$

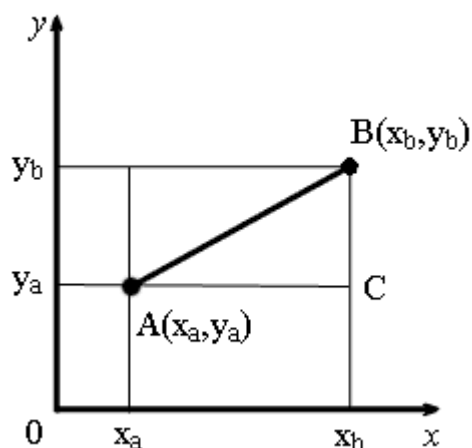


Рис.2.2. Евклідова відстань між точками А та В

Таким чином, вищезгадані міри відстані підходять для оцінки відстаней на площині. Однак Земля має форму кулі. Основна географічна система координат є лінійною на площині, але насправді, довжина градуса довготи сильно залежить від широти. Поблизу географічних полюсів Землі довжина градуса довготи значно менша, ніж на екваторіальних широтах. Мвемезі та Хуанг [3] зазначають, що за допомогою сферичної тригонометрії можна отримати більш реалістичні вимірювання відстані. Вони пояснюють, що це найкоротша відстань між двома точками на поверхні Землі завжди лежить по дузі великого кола між цими двома точками. Для порівняння, коли Евклідова відстань дорівнює довжині прямої лінії між двома точками, у сферичній геометрії використовуються шляхи великого кола замість прямих відстаней.

Математична формула для відстані великого кола у сферичній геометрії дорівнює

$$d_s = a \cdot r \quad (2.3)$$

d_s – велика відстань кола між двома точками, км; a – міра центрального кута; r – радіус Землі, км.

На рис.2.3. показано відстань великого кола між точками А і В.

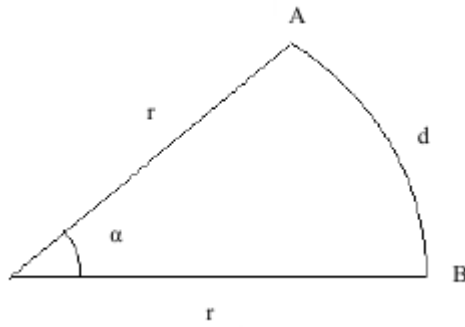


Рис.2.3. Велика відстань кола на кулі

Мвемезі та Хуанг [8] пояснюють, що сферична природа Землі створює потребу в моделюванні сферичної відстані. Вони також рекомендують застосовувати сферичну тригонометрію до планування розташування об'єктів, оскільки вона забезпечує більш реалістичну оцінку відстані для проблем реального життя. При апроксимації великих відстаней Евклідова міра є часто більш доцільною, ніж прямолінійна міра. Проте в реальному житті і особливо на автомобільному транспорті рух по прямій неможливий. Балу та іншим дослідникам [6] вдалось ввести коефіцієнт непрямолінійності як рішення цієї проблеми. Це множник, який дає можливість оцінити фактичні відстані для автомобільних доріг. Коефіцієнти непрямолінійності відрізняються для різних районів, наприклад, в залежності від щільності дорожньої мережі та природніх перешкод, таких як гори або озера. Якби значення коефіцієнта непрямолінійності було 1, відстань була б абсолютно прямою. В результатах розрахунків Балу, 1,12, однак, є найнижчим знайденим значенням (для Білорусі). Порівняно, найвище значення становить 2,10, що належить Єгипту. Для Європи в цілому автори дають значення коефіцієнта непрямолінійності на рівні 1,46.

2.5. Метод центру тяжіння

Для вибору місця розташування об'єкту або об'єктів є багато різних методів. Один з них – метод центру тяжіння (МЦТ), який використовується для визначення місця розташування окремого об'єкта [2]. Краєвський та ін. [10]

представляють МЦТ як удосконалену версія методу «тяжіння-відстань», який був представлений раніше у даній роботі.

З його допомогою можна знайти оптимальні координати розташування об'єкта. Подібно до цільової функції методу «тяжіння-відстань», у методі мінімізується відстань, на яку перевозиться вантаж, та визначаються координати x і y місця знаходження об'єкта. Формула, що використовується в розрахунках центру тяжіння, виглядає так:

$$x' = \frac{\sum_i l_i \cdot x_i}{\sum_i l_i} \quad (2.4)$$

$$y' = \frac{\sum_i l_i \cdot y_i}{\sum_i l_i} \quad (2.5)$$

x' – фактична координата довготи для оптимального розташування; y' – фактична координата широти для оптимального розташування; l_i – вантажообіг для кожного споживача; x_i, y_i – координати точок тяжіння.

Мерфі та Вуд [12] використовують термін «зважений центр ваги» для даного методу, представленого Краєвським та ін. [10], оскільки за даного підходу увага привертається не тільки до локації, а й до тяжіння.

Краєвський та ін. розглядають метод центру тяжіння як хорошу відправну точку при оцінці місць розташування в цільовій зоні. Однак пояснюють, що локація, отримана методом центру тяжіння, як правило, не є оптимальною. Ні Мерфі, ні Вуд [12] не вважають метод зваженого центру тяжіння складним. Вони закликають врахувати конкретні умови, такі як параметри як податки, обсяги перевезень та транспортні тарифи, які не є лінійно залежними від відстаней.

Баллу [6] вважає ціну транспортування необхідною для використання у методі центру тяжіння для зменшення відхилення між моделлю і реальним світом. При використанні тих самих припущень, що і у Краєвського, формула Баллу виглядає так:

$$x' = \frac{\sum_i l_i \cdot x_i \cdot R_i / d_i}{\sum_i l_i \cdot R_i / d_i} \quad (2.6)$$

$$y' = \frac{\sum_i l_i \cdot y_i \cdot R_i / d_i}{\sum_i l_i \cdot R_i / d_i} \quad (2.7)$$

R_i – ціна транспортування до пункту i , d_i – відстань до точки від об'єкта, який буде розташовано.

Однак, як уже говорилося в даного розділу, сферична форма Землі впливає на функції відстані. Така ж ситуація і з методом центру тяжіння, який підходить для вимірювання відстані на площині, але не враховує кривизну Землі. На практиці розмір цільової області має великий вплив на функціональність даного методу. Якщо площа велика, її не слід розглядати як площину. Мвемезі і Хуан стверджують [9], що метод центру тяжіння все ще можна використовувати, але він потребує деяких модифікацій.

Основна відмінність між нормальним і сферичним методом центру тяжіння полягає в тому, що у сферичному методі широти та довготи є не простими координатами, а напрямками від центру сфери. Першим кроком цього методу є вираження широти і довготи, хвилин і секунд у вигляді десяткових значень. Другий крок полягає в тому, щоб західну довготу та південну широту перетворити у параметри із від'ємними значеннями. Також значення градусів має бути виражено в радіанах. Після цього пошук правильного центру ваги є тривалим ітераційним процесом, який майже завжди вимагає використання спеціальної програми оптимізації.

Без спеціальної програми врахування сферичної форми Землі можливе за допомогою тривимірних Декартових координат [9]. Для цього значення градусів мають бути виражені у радіанах. Потім Декартові координати (x , y , z) можна назвати для кожної точки координат за такими формулами:

$$x = \cos(lat) \cdot \cos(lon) \quad (2.8)$$

$$y = \cos(lat) \cdot \sin(lon) \quad (2.9)$$

$$z = \sin(lat) \quad (2.10)$$

lat – точка широти в радіанах; lon – точка довготи в радіанах.

Координатні точки тепер можуть бути всередині поверхні Землі. Тепер новий центр тяжіння можна обчислити за цими точками і їх ваги. Отже, результатом оцінки є точка в тривимірному просторі.

Тривимірні координати можна екстраполювати за допомогою функції арктангенса для отримання точки на поверхні Землі. Потім цю точку потрібно перетворити з радіанів у градуси. Цей метод не дає абсолютного центру тяжіння, але він є найкращим наближенням, яке можна отримати без використання спеціалізованої програми. Однак це набагато точніше, ніж метод центру тяжіння у плані, який не враховує сферичну форму Землі.

2.6. Використання методу центру тяжіння для пошуку оптимального розміщення нафтобази

Для перевірки методу визначення центру тяжіння у частині пошуку оптимального розташування нафтобази у якості споживачів нафтопродуктів використовуємо мережу автозаправних станцій Дніпропетровської області.

Алгоритм вирішення задачі такий:

1. Знаходимо координати кожної автозаправної станції в області у вигляді десяткових градусів за допомогою сервісу Google Maps;
2. Створюємо перелік автозаправних станцій із даними координат кожної з них .
3. Визначаємо можливості резервуарів автозаправних станцій.
4. Визначаємо координати центру тяжіння за формулами 2.4 та 2.5.
5. Знаходимо та перевіряємо можливість будівництва нафтової бази у знайденому потенційному її місці розташування.

Автозаправна станція по відношенню до логістичної задачі вирішення розташування нафтобази виступає у якості споживача. З огляду на це, об'єми резервуарів типової АЗС представлені у табл.2.1.

Об'єми резервуарів типової АЗС

Технологічне обладнання	Тип	Вид нафтопродукту	Об'єм резервуара
Резервуар	Підземний	Бензин	10,7
Резервуар	Підземний	Бензин	5,2
Резервуар	Підземний	Бензин	8,8
Резервуар	Підземний	Дизпаливо	16,3
Резервуар	Наземний	СВГ	10

Таким чином, загальна потужність АЗС за наливними нафтопродуктами становить до 50 м³. Оскільки заповнення резервуарів нафтопродуктами виконується зазвичай на 95%, то кількість нафтопродуктів, що зберігається на одному АЗС у середньому становить 48 м³.

Для розрахунку ємкості резервуарного парку нафтобази трубопровідного типу скористуємось стандартом [13]. Проектований сумарний об'єм резервуарного парку залежить від обсягу місячного споживання конкретного виду нафтопродукту. Для оцінки місячних обсягів споживання використовуємо офіційні дані Головного управління статистики у Дніпропетровській області [14]. За 2021 рік з урахуванням даних звітів підприємств, організацій та установ, на виробничі та комунально-побутові потреби, а також з урахуванням роздрібної реалізації палива населенню на автозаправних станціях, було в області було спожито 336 тис. т бензину [14], що відповідає середній витраті бензину на рівні 37333 м³ за місяць.

Звідси розрахунковий об'єм зберігання бензину на нафтобазі, м³, за відсутності планів надходження та реалізації палива:

$$V = Q_p \cdot k_n \cdot k_p \cdot k_v \quad (2.11)$$

де V – розрахунковий об'єм зберігання, м^3 ; Q_p – середня місячна реалізація нафтопродуктів, м^3 ; k_n – коефіцієнт нерівномірності надходження і реалізації нафтопродуктів (1,1 для промислових районів); k_p – коефіцієнт, який враховує час знаходження резервуару в ремонті, приймається 1,05; K_v – коефіцієнт використання об'єму резервуару (0,85).

Звідси сумарна місткість резервуарних баків нафтобази має бути, м^3

$$V = 37333 \cdot 1,1 \cdot 1,05 \cdot 0,85 = 36652$$

Таким чином, розрахункова місткість трубопровідної нафтобази в основному залежить від місячного споживання нафтопродуктів на території її обслуговування.

За об'ємом резервуарів нафтобаза відноситься до II категорії нафтобаз, які характеризуються ємністю від 20 000 м^3 по 100 000 м^3 .

Мережа АЗС Дніпропетровської області представлена 281 діючими об'єктами (Додаток А).

Усереднюючи попит на нафтопродукти по кожній автозаправочній станції, можна визначити кількість оборотів у поповненні палива на АЗС на місяць:

$$n = \frac{Q_p}{\delta \cdot V_a} \quad (2.12)$$

δ – кількість АЗС в області, V_a – об'єм резервуарів однієї АЗС, м^3 .

У середньому маємо

$$n = \frac{37333}{281 \cdot 40} = 3,3$$

Тобто необхідно тричі на місяць повністю поповнювати запас АЗС при існуючому попиті у регіоні. У формулі 2.12 не враховується нерівномірність попиту за окремими АЗС та фактор сезонності.

Визначивши, що вантажообіг нафтопродуктів між окремими споживачами (АЗС) розподілений рівномірно, у координати центру тяжіння основний вклад тепер вносять географічне розташування АЗС. Для врахування

цього, для кожної з 281 АЗС області внесені назви станцій та дані їх координат у вигляді десяткових градусів (північ та схід) у відповідну таблицю (Додаток А).

Потім використано формули 2.4 та 2.5 для визначення центру тяжіння, який, по суті, є середньоарифметичним значенням координат АЗС області.

На виході отримано такі координати розташування нафтобази: 48.31095161 та 34.649229087 (48°18'39.4"N 34°38'57.2"E). Точці центру тяжіння відповідає вільна земельна ділянка поблизу траси Е50 в районі селища Миколаївка, що знаходиться на відстані 39 км від головного залізничного вокзалу міста Дніпро (рис.2.4).

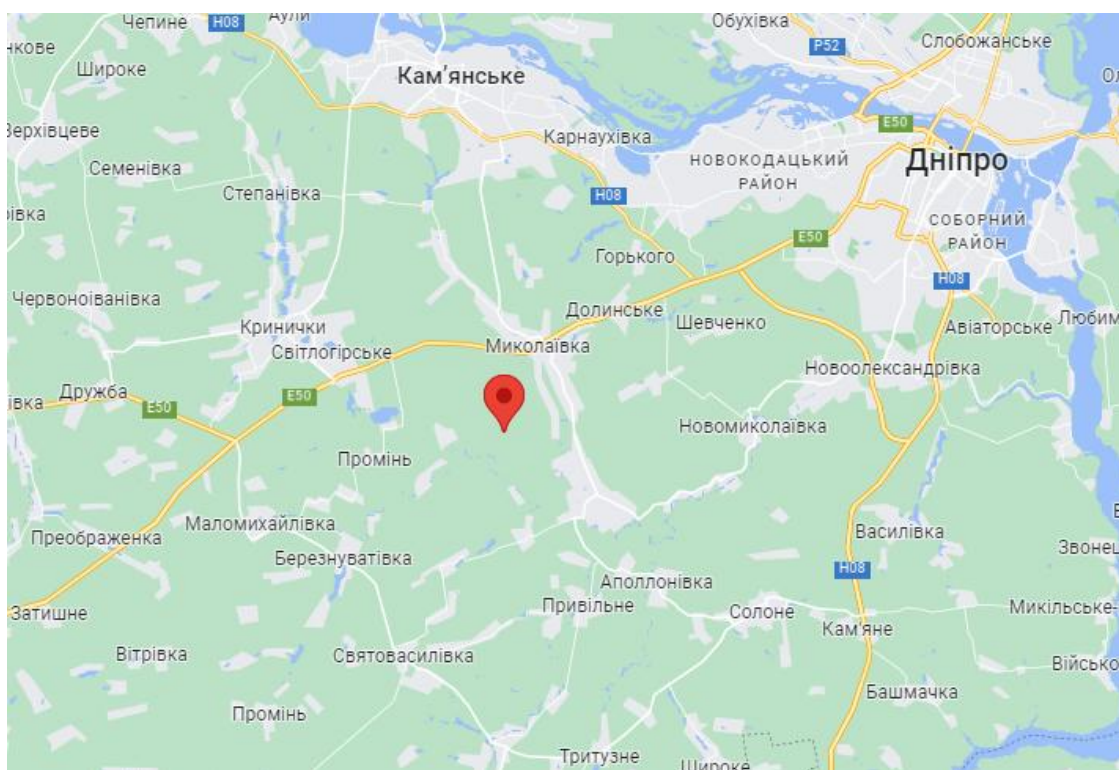


Рис.2.4. Оптимальне місце розташування нафтобази для обслуговування АЗС Дніпропетровської області

2.7.Висновки до розділу 2

У роботі визначено оптимальне розташування нафтобази у Дніпропетровській області за методом центру тяжіння. Враховано споживання нафтопродуктів від 281 автозаправних станцій. Визначена сумарна місткість резервуарних баків нафтобази у 36652 м³ дозволяє віднести її до II категорії

нафтобаз. Оптимальне місце нового будівництва трубопровідної нафтобази – земельна ділянка поблизу траси E50 в районі селища Миколаївка, що знаходиться на відстані 39 км від головного залізничного вокзалу міста Дніпро.

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ВИТРАТ НА ПЕРЕВЕЗЕННЯ НАФТОПРОДУКТІВ ЗА ОПТИМАЛЬНОЮ СХЕМОЮ ДОСТАВКИ

3.1. Метод розрахунку

Оптимальна схема транспортування вантажу передбачає мінімум витрат на транспортування за наявних ресурсів, перед усім, кількості рухомого складу. Для випадку транспортування нафтопродуктів у мережі автозаправних станцій основним обмеженням є наявний парк бензовозів. Припустимо, що він складається з 12 машин. Кількість споживачів у Кривому Розі – 51 АЗС. Тоді для варіанту оптимальної схеми транспортування необхідно визначити вартість перевезень за відомою формулою:

$$C = t_p \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Q_i \cdot l_j$$

C – сумарна вартість перевезень за всіма маршрутами руху, грн.; i – кількість i -их маршрутів вантажу, j – кількість j -их ділянок для перевезення вантажу, Q_i – вантажообіг на i -му маршруті, т, l_j – довжина j -ої ділянки, км.

Оптимальна схема розвезення нафтопродуктів визначається за допомогою програми з управління транспортною логістикою OptimoRoute [16]. У результаті призначення 51 маршрутів на 12 машин з урахуванням визначеного у попередньому розділі місця розташування складу визначається не тільки оптимальна схема доставки (за критерієм найменшої відстані перевезень), а загальна відстань перевезень нафтопродуктів на всі АЗС міста Кривого Рогу.

3.2. Результати розрахунку

В програму OptimoRoute введені координати 51 АЗС міста Кривого Рогу з попередньо створеного файлу формату CSV, що дозволило сформулювати перелік замовлень (рис.2.5).

☐		Order ID	Priority ▲	Location
☐	⚠	-	Medium	33.47260537028744
☐	⚠	-	Medium	33.47306076986972
☐	⚠	-	Medium	33.47670175753796
☐	⚠	-	Medium	33.47719327846528
☐	⚠	-	Medium	33.479221982299556
☐	⚠	-	Medium	33.47937524705099
☐	⚠	-	Medium	33.48412869609844
☐	⚠	-	Medium	33.48481331648515
☐	⚠	-	Medium	33.498414147005064
☐	⚠	-	Medium	33.4984934527166
☐	⚠	-	Medium	33.56995005510333
☐	⚠	-	Medium	33.57033568434159
☐	⚠	-	Medium	33.571494110649006
☐	●	-	Medium	47.892712, 33.374653
☐	●	-	Medium	47.890147, 33.373934
☐	●	-	Medium	47.893486, 33.398946
☐	●	-	Medium	47.893574, 33.398946

Рисю.2.5. Фрагмент переліку замовлень

Маршрути сплановано з урахуванням координат нафтобази поблизу селища Миколаївка.

У результаті отриману оптимальну схему перевезень (рис.2.6 – рис.2.8).

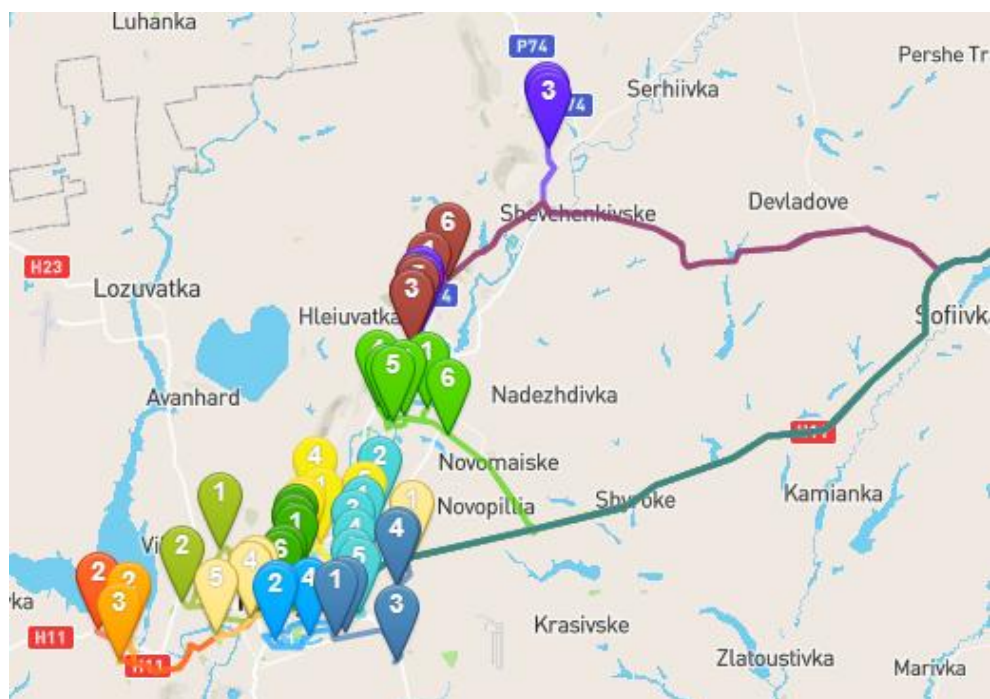


Рис.2.6. Оптимальна схема доставки

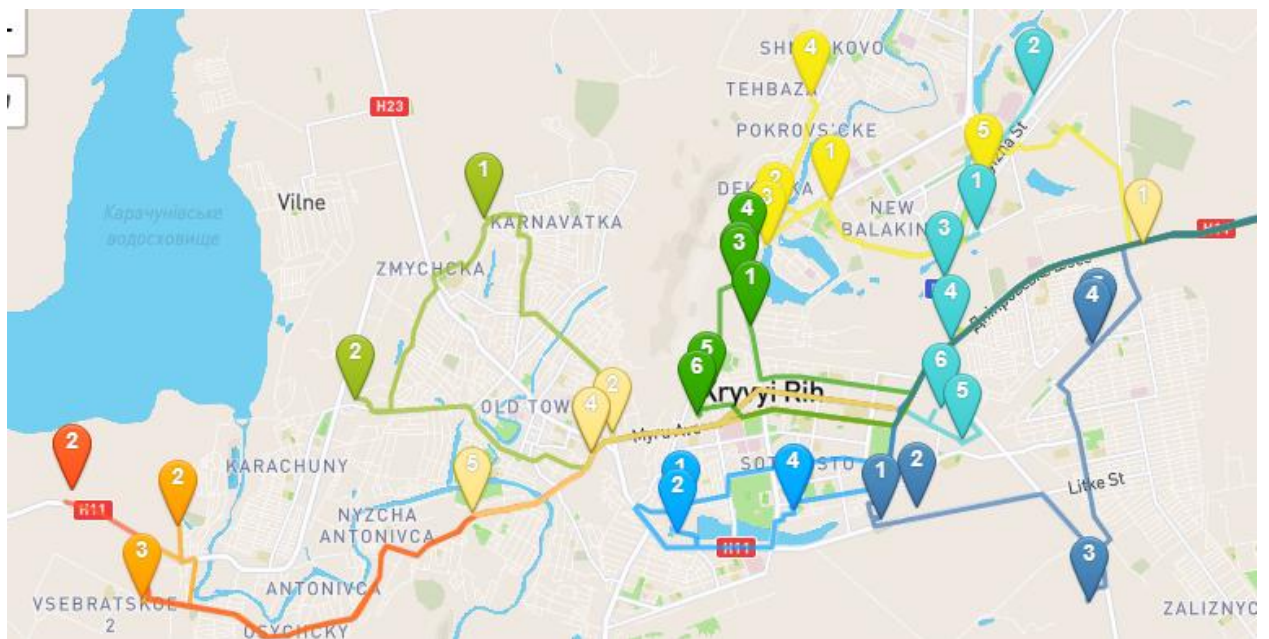


Рис.2.7. Порядок доставки у центральній частині міста

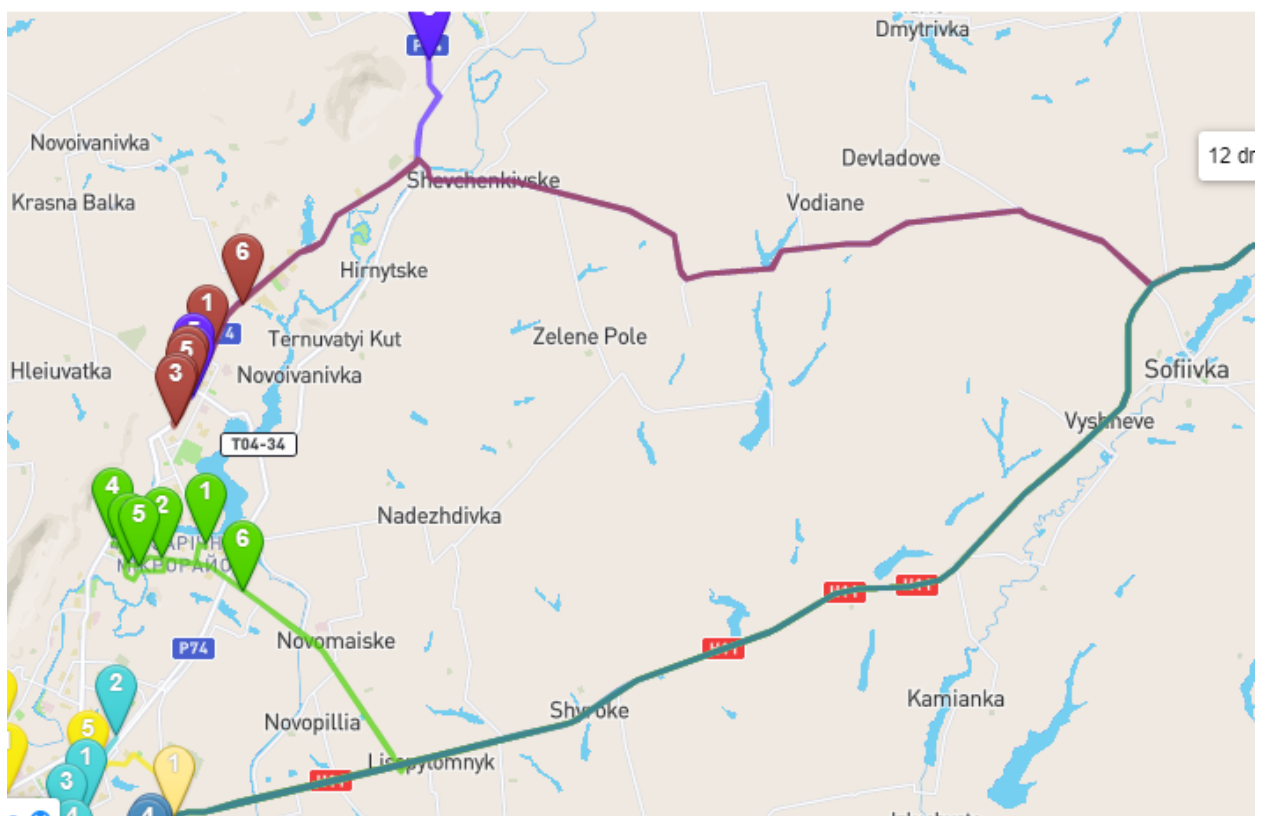


Рис.2.8. Порядок доставки у північній частині міста

Маршрути доставки показані на рис.2.9. Загальна довжина всіх маршрутів становила 3076 км.

Unschedule routes		Switch driver	Reverse route	Copy routes	Lock routes	Unlock routes		
☐	☐	Driver	Vehicle	Distance	Duration	# stops	Break	
☐	☐	Driver 001	Vehicle 001 (001)	256.5 km	5:19	4	12 PM – 12:30 PM	
☐	☐	Driver 002	Vehicle 002 (002)	276.1 km	5:32	2	12 PM – 12:30 PM	
☐	☐	Driver 003	Vehicle 003 (003)	246.5 km	5:18	6	12 PM – 12:30 PM	
☐	☐	Driver 004	Vehicle 004 (004)	274.3 km	5:30	3	12 PM – 12:30 PM	
☐	☐	Driver 005	Vehicle 005 (005)	255.3 km	5:21	6	12 PM – 12:30 PM	
☐	☐	Driver 006	Vehicle 006 (006)	256.3 km	5:22	5	12 PM – 12:30 PM	
☐	☐	Driver 007	Vehicle 007 (007)	268.5 km	5:23	2	12 PM – 12:30 PM	
☐	☐	Driver 008	Vehicle 008 (008)	254 km	5:24	5	12 PM – 12:30 PM	
☐	☐	Driver 009	Vehicle 009 (009)	254.6 km	5:22	6	12 PM – 12:30 PM	
☐	☐	Driver 010	Vehicle 010 (010)	240.6 km	5:20	5	12 PM – 12:30 PM	
☐	☐	Driver 011	Vehicle 011 (011)	258.7 km	5:22	5	12 PM – 12:30 PM	
☐	☐	Driver 012	Vehicle 012 (012)	235.4 km	5:22	6	12 PM – 12:30 PM	
55/102				3076.77 km	64:35			

Рис.2.9. Маршрутний лист

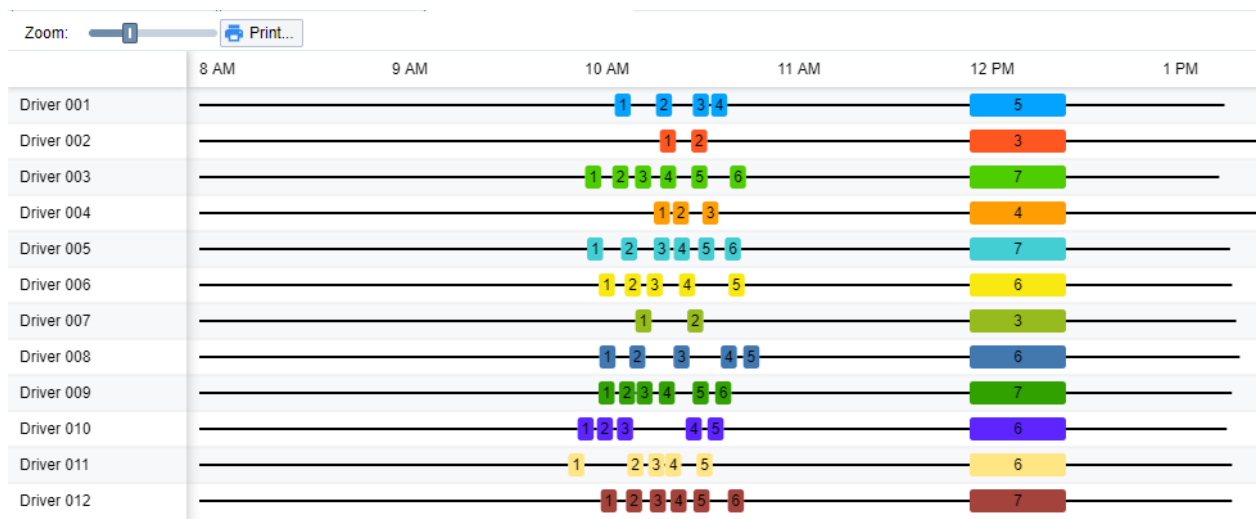


Рис.2.10. График доставки

Отже, вартість перевезень за використання оптимальної схеми доставки визначатиметься, тис.грн.:

$$C = 2 \cdot 3076 \cdot 2719 = 16733$$

Таким чином, мінімальна вартість єдино разової доставки нафтопродуктів на всі АЗС міста Кривого Рогу при використанні 12 бензовозів становитиме 16733 тис.грн.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Для нафтобази важливо мати надійну систему пожежогасіння через високу горючість продуктів, що зберігаються. Дуже актуальним стає завдання забезпечення пожежної безпеки таких активів. Пожежне обладнання поділяється на дві категорії: стаціонарне та мобільне. Нафтобаза також повинна мати доступ до запасу води та піни, яка буде використана у разі надзвичайної ситуації або пожежі. Проектування протипожежної системи відповідає міжнародним стандартам і нормам.

Комунальні послуги: у типовій нафтобазі існують різні типи комунальних послуг, які допомагають надавати послуги з обробки та зберігання, такими як: котли, компресори, барабанне обладнання, системи рекуперації пари, система змішування, азотні установки та станція для очищення води/відмілу.

Система нагляду: зазвичай складається з DCS або SCADA. Це суто програмний пакет, який розташований поверх апаратного забезпечення, з яким він підключений. Основною функцією є моніторинг та керування різними типами польових пристроїв через унікальний інтерфейс. Польовими пристроями можуть бути: рівнеміри, датчики тиску та температури, місцеві сигналізації, витратоміри, споживання та вимірювання енергії, умови роботи обладнання, команда пуску та зупинки насосів [13].

Система нагляду також може надавати бізнес-рішення для деяких видів діяльності, таких як завантаження вантажним автотранспортом/залізницею, завантаження доставки, баланс матеріалів та звірка запасів.

DCS використовуються для управління промисловими процесами, такими як виробництво електроенергії, очищення води та стічних вод, а також хімічне, харчове та автомобільне виробництво. DCS інтегровані як архітектура управління, що містить наглядний рівень контролю, який наглядає за кількома інтегрованими підсистемами, які відповідають за управління деталями локалізованого процесу.

Для зберігання нафти та газу дуже часто можна знайти системи DCS, реалізовані на технологічних підприємствах, таких як нафтопереробні заводи. Система DCS відіграє ключову роль для автоматизації нафтопереробного заводу та мінімізації людського втручання та, як наслідок, зменшення збоїв. У той час як SCADA контролює систему, ПЛК використовується для внутрішнього зберігання інструкцій для реалізації таких функцій, як логіка, послідовність, хронометраж та арифметика для керування різними типами технологічних пристроїв за допомогою цифрових та аналогових модулів введення/виводу.

Хоча нафтосховище зазвичай не розглядається як технологічна установка, еволюція ринку, вимоги клієнтів і найкраща практика в галузі спонукають багатьох операторів терміналів інвестувати в систему нагляду.

Для прийняття рішень для оптимізації ефективності та безпеки сховища рідкої нафти необхідний точний збір даних у режимі реального часу. Інформаційно-комунікаційні технології мають життєво важливе значення майже для всіх аспектів нафтогазових операцій, від видобутку до подальшого бізнесу. У поєднанні з розширеними засобами контролю технологічних процесів оператори терміналу можуть використовувати DCS не лише для досягнення регуляторного та технологічного контролю, а й для повного використання його потенціалу як прямого джерела доходу, що сприяє підтримці конкурентних переваг компанії.

Іншим важливим аспектом є безпека; через небезпечний і цінний характер продукту, який обробляється на терміналі, багато нафтосховищ інвестують у системи нагляду, які запобігають трагічним подіям, показуючи, де саме проблема, і представляючи правильну інформацію в правильному контексті справа. користувач. Незважаючи на значні зусилля добре обладнаних технологічних установок і місць зберігання, спрямованих на ефективні заходи безпеки, все ще можливо, що малоймовірна подія або, швидше, непередбачена серія подій, може призвести до серйозного інциденту. Насправді завдання пожежної безпеки стає дуже важливим, великі інциденти на таких об'єктах можуть мати катастрофічні наслідки як для сусідньої діяльності, так і для

навколишнього середовища. Одним із варіантів, які можуть запропонувати системи нагляду, є автоматизація плану реагування на надзвичайні ситуації для терміналів зберігання нафти, що є невід'ємною та важливою частиною стратегії запобігання втратам.

ВИСНОВКИ

Роботу присвячено розв'язанню задачі визначення оптимального розташування нафтобаз.

1. Основним методом для вирішення задачі оптимального розташування нафтобази є метод експертної оцінки із використанням відповідних критеріїв.

2. Визначено оптимальне розташування нафтобази у Дніпропетровській області за методом центру тяжіння. Відповідно до координат та об'ємів резервуарів 281 автозаправних станцій у Дніпропетровській області розраховано координати оптимального розташування нової трубопровідної нафтобази – поблизу траси Е50 в районі селища Миколаївка, що знаходиться на відстані 39 км від головного залізничного вокзалу міста Дніпро. Розрахунковий об'єм резервуарів нафтобази для обслуговування попиту на нафтопродукти через мережу з 281 автозаправних станцій – 36652 м³ (II категорія).

3. Оптимальна схема доставки нафтопродуктів з нової нафтобази на автозаправки Кривого Рогу визначена за допомогою програми управління транспортною логістикою OptimoRoute. Сумарна довжина доставки нафтопродуктів на 51 АЗС міста Кривого Рогу становить 3076 км. Вартість перевезень за використання оптимальної схеми доставки – 16733 тис.грн.:

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Dragos Sebastian Cristea, Liliana Mihaela Moga, Mihaela Neculita, Olegas Prentkovskis, Khalil Md Nor, Abbas Mardani. (2017) Operational shipping intelligence through distributed cloud computing. *Journal of Business Economics and Management* 18:4, pages 695-725
2. Zavadskas, E. K.; Turskis, Z.; Volvačiovas, R.; Kildienė, S. 2013. Multi-criteria assessment model of technologies, *Studies in Informatics and Control* 22(4): 249–258
3. Hwang, C.-L.; Yoon, K. 1981. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications: a State-of-the-Art Survey. 1st edition. Springer. 259 p.
4. Stevenson, W. 2011. Operations Management. McGraw-Hill Higher Education. 11th edition. 944 p.
5. Chopra, S., Meindl, P. 2007. Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. 3rd edition. Pearson Prentice Hall. 536 p.
6. Ballou, R., Rahardja, H., Sakai, N. 2002. Selected country circuitry factors for road travel distance estimation. *Transportation Research*. Vol. 36, Iss. 9, pp. 843-848.
7. Weber, A. 1929. Theory of the location of industries. University of Chicago Press. 256 p.
8. Krajewski, L., Ritzman, P., Malhotra, M. 2007. Operations management. Processes and value chains. 8th edition. Pearson education, Inc. 728 p.
9. Huang, R., Menezes, M. B. C., Kim, S. 2012. The impact of cost uncertainty on the location of a distribution center. *European Journal of Operational Research*. Vol. 218, Iss. 2, pp. 401-407.
10. Melachrinoudis, E., Min, H. 2007. Redesigning a warehouse network . *European Journal of Operational Research*. Vol. 176, Iss. 1, pp. 210-229.
11. O'Hara-Devreaux, M., Johansen, R. 1994. Global Work: Bridging Distance, Culture and Time. Jossey-Bass Publishers. 439 p.

12. Murphy, P., Wood, D. 2008. Contemporary Logistics. 9th edition. Pearson education. 415 p.
13. Відомчі будівельні норми України “Проектування складів нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа ” ВБН В.2.2-58.1-94.
14. Електронний ресурс: <http://www.dneprstat.gov.ua/>
15. Електронний ресурс:
<https://www.azski.com.ua/regions/dnepropetrovskaja>
16. Електронний ресурс:
https://optimoroute.com/?gclid=Cj0KCQjwwJuVBhCAARIsAOPwGAQ9u0jD6atLtyp8nobRVtnnMKS6r5wJ_5bS6uMbzsAmXyRfQN7kxO0aAnPIEALw_wcB

ДОДАТОК

Перелік автозаправних станцій Дніпропетровської області та координати їх розташування

Населений пункт	Назва АЗС	Координата Х (Північ)	Координата Y (Схід)
Широке	Укрнафта	47.70328423113082	33.273310925160786
Зеленодольск	Укрнафта	47.59663686336262	33.66205309749408
Марянське	Укрнафта	47.54160342022218	33.92783480148541
Апостолове	RLS	47.6494765044278	33.70323861663992
	VNT101	47.6418883579153	33.7034821926611
	Нафтатранссервіс	47.67791222915694	33.73628886694093
Покров		47.662135308563386	34.111990887224316
Нікополь	Neftek	47.588407970940494	34.305605478064265
	Motto	47.58614942854706	34.328199007595636
	Укрнафта	47.574179405461955	34.39268357811104
		47.5799556659865	34.405751743119936
		47.62381177416196	34.44195103892411
	БРСМ-Нафта	47.5868490993651	34.4067663455119
	ОККО	47.6004445417434	34.420472392054016
Придніпровське	Укрнафта	47.623703303774484	34.44008222913681
Марганець	Укрнафта	47.64463107590065	34.650623329208265
	Авталекс	47.63092097666934	34.63386184171757
	Shell	47.66651283630682	34.60724136399696
	DOG	47.63984834811243	34.67762218277045
Томаковка	Укрнафта	47.78705866684188	34.75439656364263
	Neftek	47.801677690221766	34.75795624004406
Солоне	Укрнафта	48.25657696080315	34.87883452482095
Камяне	Укрнафта	48.19911757022627	34.962957250288845
Дніпро	AMIC Energy	48.431459021387155	34.94703239545241
	ОККО	48.431031928480245	34.94418924244788
	Вельт	48.430469540322626	34.94318074887492
	Укравтогаз	48.43135939121721	34.943867376707644
	WOG	48.4287022622293	34.94400793528899
	WOG	48.42688743483523	34.938765204528
	ОККО	48.425705599561006	34.93851843584184
	Днепронефть	48.4226708780685	34.93723928683666
	Avias	48.43544661880895	34.94809527693156
	VostokGaz	48.44168439118563	34.957345129389125
	Yukon	48.44058866760985	34.975063513591984
	Avias	48.39652452086127	34.973321532421714
	Газова заправка	48.3945381051874	34.99955325776339
	Lotus	48.39972269479044	35.001289586307735
	ОККО	48.455826786394105	35.00651248367843

	A3C	48.4501085630729	35.025845291518316
	AVIA	48.43356417002503	35.01722208375737
	Socar	48.42291531134481	35.016788061581195
	F+	48.4192667105642	35.02465933334832
	OKKO	48.41364023238153	35.03996479794259
	МЕТАН-ТОРГ	48.405160394817024	35.036846265116736
	OKKO	48.400516562702975	35.027372727682895
	WOG	48.39118826269975	35.03390474430937
	Motto-44	48.388782075500984	35.040708182250064
	БРСМ-Нафта	48.38727977965843	35.04163238761449
	Neftek	48.38971501676583	35.055410627137334
	OKKO	48.36201893978474	35.02436504836547
	Авіа плюс	48.371081472277126	35.07899872099918
	Укрнафта	48.42359286350428	35.06244791144856
	VostokGaz	48.42234019649057	35.05875752211089
	Ultra	48.45033443366403	35.0764927205264
	OKKO	48.45318259768312	35.0777201654878
	Neftek	48.45382891330374	35.076709788394815
	Yukon	48.45910895298212	35.07513218836472
	Авіас плюс	48.47817816507607	35.0275905825622
	WOG	48.482304001885545	35.02120958823204
	VostokGaz	48.48649751450381	35.00302834948547
	БРСМ-Нафта	48.48008069860118	35.00672414949773
	VostokGaz	48.47948797557828	35.00725012620494
	МЕТАН	48.48176555242245	35.00430526113927
	Фаворит Газ	48.47961546415285	35.00414750765865
	VostokGaz	48.49183509635348	34.975527827563134
	Авіас	48.49182769623846	34.96313315028489
	БРСМ-Нафта	48.49212169833436	34.964164351416386
	Авіас плюс	48.49266278439139	34.95961024455661
	OKKO	48.47479539244266	34.99565515877609
	Yukon	48.4740848494502	34.99402202915085
	VostokGaz	48.4767641517131	34.97485905105885
	Neftek	48.475160934262206	34.95491163826706
	Укртатнефть	48.45155397827127	34.77208147475877
	Neftek	48.426614116149935	34.77382523897161
	БРСМ-Нафта	48.42543304801098	35.11818300242951
	Yukon	48.4254047403181	35.11595121252492
	Нафтотрейд	48.42896306172108	35.123075693926104
	Yukon	48.448224644305384	35.13175176749887
	Авіас	48.47903402935537	35.16056572787639
	Днепронефть	48.47951797152779	35.17438648885636
	БРСМ-Нафта	48.46909710392031	35.1175161218003
	Авіас плюс	48.476478751697414	35.0840371076294
	VostokGaz	48.47648716181799	35.081111819426255
	OKKO	48.48634763962847	35.06412206523996

	WOG	48.48726540859324	35.062255838884795
	WOG	48.48683294409388	35.06353033057284
	Авіас	48.48789892516957	35.06343938051128
	Neftek	48.49605512486385	35.0378701338139
	OKKO	48.50185147285863	35.080746155036685
	Neftek	48.49635195871344	35.12912111458005
	Авіас	48.54696667137554	35.09474732163134
	WOG	48.54770695955312	35.09171653749268
	WOG	48.54065886444081	35.09160720064607
	Авіа	48.53991822858061	35.089297875796696
	Neftek 1	48.53321454287136	35.08531695667469
	Авіас	48.527729210847674	35.084758894257824
	Neftek 2	48.53330003210493	35.06742298895855
	Днепронефть	48.534124561923555	35.06381792735024
	Днепронефть	48.53428521297689	35.0486321332466
	Euro Nafta	48.53147200580293	35.042452384406126
	БРСМ-Нафта	48.52738009210012	35.036228987248
	WOG	48.52121246236195	35.03905575308475
	БРСМ-Нафта	48.52075032819207	35.037295632369016
	Авіас	48.520308109066725	35.039784033661114
	VostokGaz	48.518732086599684	35.04238866868933
	Yukon	48.51759492019443	35.04475966541787
	Sentoza Oil	48.519684280131756	35.044717012523385
	Белес Оил	48.517573705358686	35.045714480270064
	Yukon	48.54865780162331	35.09123993132162
	WOG	48.54742150647816	35.091633639453434
	Авіас	48.5468532223652	35.093028330973524
	Пропан	48.546299200988315	35.09307153475788
	WOG	48.540503189939884	35.09011015968694
	Авіа	48.5398213124254	35.08886552722861
	Авіас	48.56013087607431	35.09932824442198
	AMIC Energy	48.56370932044276	35.10113143048326
	OKKO	48.582421513002785	35.13190211363859
	ЮКОН	48.58480614106107	35.13623705380936
	VostokGaz	48.58577153000134	35.14323128383931
	Shell	48.58789990260556	35.148639754501325
	БРСМ-Нафта	48.58940538376334	35.152286332247726
	Smart Oil	48.59306604826296	35.16108597266332
	Укрнафта	48.595365904676946	35.16335916584397
	Ценник	48.59687040457212	35.16610551254516
	UPG	48.546508099976904	34.91067647651964
	AMIC Energy	48.563041423872036	34.89307572630744
	AMIC Energy	48.56925665517635	34.87715629342271
	Авіас плюс	48.57397003038525	34.86413895844551
Новомосковськ	VostokGaz	48.66378200434037	35.19810635105108
	Lotus	48.609625812142106	35.19823948657711

	Днепронефть	48.62373008108806	35.21861181902414
	WOG	48.63717365676738	35.23762600731209
	Neftek	48.6250588215225	35.22058516242849
	Brent Oil	48.66031951090343	35.27448564696885
	Укрнафта	48.64467494344848	35.265954474013846
	БРСМ-Нафта	48.67595680768831	35.28783666990123
	WOG	48.66289760754638	35.271097962630364
Песчанка	Авіас	48.60992010845693	35.337812414229944
	Янко	48.59494991434833	35.33715201711225
	SKY	48.612751762078446	35.33281271910453
Партизанське	БРСМ-Нафта	48.60254468307008	34.798366883227864
Камянське	WOG	48.48315643788835	34.68277233727443
	Авіас	48.49636021227965	34.6613221101306
	БРСМ-Нафта	48.508198513434486	34.631450961639146
	Укрнафта	48.516610214302226	34.62871100188032
	Укрнафта	48.51069942627665	34.61771515625381
	ОККО	48.52058181124867	34.59798882190543
	F+	48.52593012195403	34.59353053776227
	Mix	48.51692448938439	34.62408856956017
	Market	48.52570856831448	34.56381578954955
	Chipo	48.52081224359387	34.57874982757393
	VostokGaz	48.49545664417696	34.56928227255018
	Motto	48.50171047832214	34.51521999324367
	Mango	48.59581826732316	34.590173436955745
	WOG	48.48258582999409	34.68347289345866
Петріківка	Авіас плюс	48.735382936802424	34.599571666724735
	WOG	48.65567347946047	34.69879449815287
Могилев	Автотранс	48.8783203160243	34.49846320920057
Царичанка	Kraft Stoff	48.95745525913293	34.47061085641132
	Автотранс	48.93781964262296	34.48693306910255
	A3C	48.95915571652203	34.51229131083481
	АГНКС	48.937714978214835	34.47926780771784
	Укрнафта	48.94277772800857	34.490978851729686
Ляшківка	Neftek	49.00999679463871	34.4006193415789
Перещепино	Маркет	49.0015703537797	35.34885792955381
Губиніха	AMIC Energy	48.77259166915662	35.27316981187557
Павлоград	WOG	48.53771462647302	35.82263127910904
	VostokGaz	48.52959811261034	35.85612335890052
	A3C	48.5471287931441	35.86072795783808
	Glusco	48.52586073246158	35.864993177645275
	ОККО	48.52337898377926	35.87210494211695
	Shell	48.51373744963068	35.89430575802842
	F+	48.52006522621667	35.88430361725128
	Укрнафта	48.50304236977798	35.91453426487215
	Yukon	48.504702860413126	35.93876682995266
	AMIC Energy	48.49729999898028	35.950539508289076

	Motto	48.49739509069647	35.96400039677608
	WOG	48.522833700545085	35.97303737100119
	WOG	48.54300458279201	35.89516908776891
	НАФТАТОРГ	48.541683954398465	35.88668991086831
	БРСМ-Нафта	48.55128068940814	35.88331636743776
	AdBlue	48.4971032934682	35.9649153277601
Богуслав	Sentoza Oil	48.477227945775404	36.00740941634874
Петропавлівка	Sentoza Oil	48.44167689255563	36.42391489379353
	A3C	48.4735004945056	36.441844649699874
Межева	Авіас плюс	48.25997825820927	36.74398789908438
	VostokGaz	48.25502555456589	36.757183288210385
Васільківка	A3C	48.217075915288085	36.01814024905199
	Укрнафта	48.25003434590802	36.005325867061096
Сінельникове	NPG	48.34050021187074	35.51546164360921
	Smart Oil	48.32115301128351	35.50350331314194
	Neftek	48.33339062509647	35.49936262461882
	WOG	48.31710866866949	35.542342028468425
	DOG	48.340625796509556	35.51751247621189
	Укрнафта	48.340306409429246	35.48760848257382
Першотравневе	Neftek	48.372138582284194	35.37077089318979
	Укрнафта	48.358477521628295	35.36937886508581
Іларіоново	Укрнафта	48.41356889237217	35.291487419649194
Осокорівка	Укрнафта	48.131576226202185	35.34170050532757
Покровське	Укрнафта	47.99199076225637	36.25069252340553
	NPG	47.97160921975371	36.233387498032464
	A3C	47.98277486644372	36.21621215801531
Кринички	A3C	48.38041625823698	34.47555483667357
	Авіас плюс	48.372025347849345	34.44021946010779
Дружба	Chiro	48.332397734803415	34.311962438703496
Божедарівка	Авіас плюс	48.34973031179638	34.10245542808549
Саксагань	Авіас плюс	48.358374050511586	33.85700489739934
Пятихатки	WOG	48.424244222016014	33.734976117835586
	Пропан	48.42080670393872	33.68388390976456
Преображенка	Укрнафта	48.24159615225846	34.30888098825292
Мала Софіївка	Авіас плюс	48.16954307353101	34.125226913350566
Любимівка	Оптіма	48.125106767368024	34.01424945627414
Софіївка	Укрнафта	48.093460275849345	33.94203238795195
	Авіас	48.08673179272184	33.914797935670286
	RLS	48.04047407736864	33.89019871905938
	WOG	48.04071972229931	33.84678529705698
Широке	ОККО	47.95471923524076	33.62292959078863
Жовте	Neftek	48.48358246892493	33.55097551594956
Лиховка	Авіас плюс	48.67159267371407	33.933107571431826
Верхньодніпровськ	АГЗП	48.64411922287525	34.3405698268472
	A3C	48.648776196492534	34.33798427013224
Вільногірськ	Укрнафта	48.4829619420037	34.01959923989309

Мішурін Рог	Автотранс	48.81053672813877	33.92641296887813
Лозуватка	RLS	48.051132179188926	33.29381495923679
	Sun Oil	48.0389763649345	33.286770390639056
Марянівка	ANP	48.00575443350589	33.3004661872616
Вільне	HTC	47.945156746913135	33.319258716493835
Радуже	OKKO	47.81316066670887	33.51197443677611
	ANP	47.82528501974537	33.50195864694314
Кривий Ріг	OKKO	47.90891977131163	33.3061492107233
	Sun OIL	47.891186400068854	33.26854432921689
	ANP	47.89626182469535	33.24622914503154
	Sun Oil	47.90154028217891	33.355982582833064
	Укрнафта	47.90447362365626	33.36035278857429
	OKKO	47.8901472678209	33.37393384532816
	Веста	47.906912268306094	33.37819904401899
	RLS	47.90951647816379	33.38013709488063
	Веста	47.893486026182124	33.39894598719799
	RLS	47.892264635916526	33.41703393148091
	Веста	47.893574484490486	33.39833999911555
	LPG	47.90340912314066	33.434035076127955
	Sentoza Oil	47.907806210808815	33.4297908201638
	Укрнафта	47.917408953451904	33.431857054762
	RLS	47.91846908718724	33.46269106776999
	RLS	47.9171310020189	33.461602029297396
	ANP	47.931109154051526	33.47209562505315
	Октан	47.88045758190942	33.46102404924313
	RLS	47.89382582286438	33.424567371104466
	OKKO	47.89271169639688	33.37465272462671
	HTC	47.89309996918778	33.330643427741414
	ABIAC	47.88096966765204	33.26120986341211
	Евронафта	47.93476405909954	33.333270727365175
	VostokGaz	47.91967331789333	33.38942665216443
	Авіас	47.92434222738732	33.38721054033082
	Sun Oil	47.925095364689646	33.38703665263447
	OKKO	47.92933956246419	33.38883054550001
	Авіас	47.93092978696664	33.39286056493849
	HTC	47.93327434413565	33.39470225543568
	Укрнафта	47.937164836488186	33.4064255416519
	OKKO	47.92647303711211	33.43024582590347
	Авіас	47.940204601886	33.43846825154911
	ANP	47.93309508711232	33.437302415182444
	ANP	47.952299675705135	33.44940610110979
	ANP	47.95192410208849	33.40234295851589
	Garage Oil	47.99746267054734	33.4543930314799
	HTC	47.98993261770662	33.498414147005064
	OKKO	48.00246979093054	33.48412869609844
	Sentoza Oil	47.99885163097568	33.46743555691071

	A3C	47.996238676667105	33.45833734836701
	Sun Oil	48.00350373916132	33.44769479296637
	Континент Оіл	48.03326989228905	33.47260537028744
	RLS	48.03406128825122	33.47306076986972
	Авіас	48.03921515707432	33.47670175753796
	Фактор Ф	48.04106075382677	33.47719327846528
	Sentoza Oil	48.040736485901405	33.479221982299556
	RLS	48.04419049238502	33.47937524705099
	Sun Oil	48.05157571748299	33.48481331648515
	VostokGaz	48.06494178822096	33.4984934527166
	Sun	48.128388156550564	33.571494110649006
	Укрнафта	48.13165385637345	33.56995005510333
	RLC	48.133229105842865	33.57033568434159