

СЛАВУТИЦЬКА МІСЬКА РАДА  
КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**V МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ**

**ПРОБЛЕМИ ЗНЯТТЯ  
З ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ЯДЕРНОЇ  
ЕНЕРГЕТИКИ ТА ВІДНОВЛЕННЯ  
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА  
INUDECO 2020 в режимі онлайн**

(27–29 квітня 2020 року, м. Славутич)

**Fifth International Conference  
on Nuclear Decommissioning  
and Environment Recovery  
INUDECO 2020**

Online on 27-29 April 2020

Збірник матеріалів

Чернігів  
ЧНТУ  
2020

## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ВИДОБУТКУ ТРАДИЦІЙНИХ ВИДІВ ЕНЕРГОНОСІЇВ

*О. В. Скакаліна*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія  
Кондратюка»  
Україна, м. Полтава,  
e-mail:wboss@i.ua*

Коло наукових досліджень : генетичні алгоритми, нечіткі множини, метод групового урахування алгоритмів, інформаційні технології управління складними системами, інтелектуальний аналіз даних, методи прогнозування, багаторівневе моделювання складних організаційно – технічних систем.

**Анотація.** *Актуальність обраної тематики полягає в тому, що незважаючи на повсюдне поширення висхідного тренда використання поновлюваних джерел енергії, нафта займає ключове значення для світової енергетики. Національні нафтогазові підприємства мають значний вплив на розвиток національної економіки за рахунок формування основного джерела податкових доходів до бюджетів усіх рівнів, забезпечують національну енергобезпеку. Нафтовий сектор паливно-енергетичного комплексу України є одним з найбільш стійко працюючих виробничих комплексів національної економіки, він забезпечує значний внесок в формуванні позитивного торгового балансу. Однак управління енергетичними системами, які відносяться до класу складних територіально-розподілених динамічних систем, є саме по собі складним процесом. До числа основних труднощів відносяться: обмеженість способів адекватного моделювання, протиріччя між деталізацією структури моделі і можливістю динамічної обробки міститься в ній інформації, втрата адекватності моделі при зміні умов предметної області та зміні внутрішніх умов моделі. Слід враховувати і обмеженість можливостей використання математичного апарату, принципову неможливість повного врахування такого суб'єктивного фактора ризику як людський фактор. Як відповідь на перелічені*

*складності в застосуванні традиційних методів планування і управління складними системами, з'явилася циклічна процедура Демінга - Шухарта, закріплена в подальшому в стандартах ISO. Фактичне наповнення послідовності «плануй - роби - перевіряй вдосконалюй» у пропонованій роботі реалізовано в застосуванні методології проектного управління на стратегічному рівні управління складними системами, і в застосуванні методів евристичної оптимізації (генетичних алгоритмів) на рівні процесного управління.*

**Ключові слова :** *проектне управління, генетичні алгоритми, оптимізація, інтелектуальні інформаційні технології*

**Вступ.** Одне з перших передвибірних обіцянок, від якого відмовився Дональд Трамп, стосувалося «зеленої» енергетики. Обраний президент США не готовий скасувати Паризьку кліматичну угоду, хоча раніше мав намір зробити Штати «повністю енергетично незалежною країною», знявши обмеження на буріння свердловин і видобуток вугілля, що суперечить Паризькому документу. Півстоліття тому «зелені» активісти та екологи вважалися інтелектуальними бунтарями проти системи. Сьогодні ж сміливістю повинен володіти дослідник, який виступає проти насадження «нешкідливих технологій майбутнього». Тут необхідно вказати на бестселер «Моральні аргументи на користь викопного палива» (The Moral Case for Fossil Fuels) впливового американського журналіста Алекса Епштейна, теоретика в галузі енергетики, засновника і президента Центру індустріального прогресу [1]. Справа не тільки в тому, що ця праця суперечить усталеній поданням про енергетичну прогрес. У 2012 році світ використовував на 39% більше нафти, на 107% більше вугілля і на 131% більше природного газу, ніж в 1980-му. Замість того, щоб послухатися вчених і обмежити використання викопних видів палива, люди у всьому світі споживають їх майже вдвічі більше. Це повинно було привести до катастрофи згідно з усіма прогнозами. Однак результатом стало безпрецедентне підвищення якості життя - майже в три рази. І катастрофою могло стати саме обмеження використання традиційних джерел енергії, так як це спровокувало б передчасну смерть мільярдів людей [2]. За останнє століття завдяки вуглеводням ми майже перестали переживати через суворий

клімат. З одного боку, ми навчилися його контролювати. З іншого - витягаємо найбільшу користь в будь-якому регіоні проживання.

На тлі збільшення споживання викопного палива ми бачимо істотне зниження рівня смертності під час стихійних лих, від ураганів, посухи, під час повеней. І одночасно спостерігаємо збільшення доступності чистої води, поліпшення санітарних умов, скорочення захворюваності на туберкульоз, загальний спад захворюваності. За останні вісімдесят років, коли обсяг викидів CO<sub>2</sub> ріс найбільш швидко, річний рівень смертності, пов'язаної зі змінами світового клімату, впав на 98%. Частота смертельних випадків через клімат в наш час в п'ятдесят разів менше, ніж вісімдесят років тому.

Ось цікаве спостереження: за останні вісім років в Сполучених Штатах не було зареєстровано жодної смерті в результаті посухи. А адже традиційно саме на посуху доводиться велика частина смертей з кліматичних причин. За останні вісімдесят років число загиблих від посухи в усьому світі скоротилося на 99,98%, і причини цього тісно пов'язані з енергією вуглеводнів.

На величезній території Сполучених Штатів представлені найрізноманітніші типи кліматичних умов: від полярних пустель Аляски до посушливої Каліфорнії, від болотистій Флориди до спекотного Техаса. І тим не менше середня тривалість життя в кожному з них і по всій країні становить понад сімдесят п'яти років. Все завдяки наявності дешевої і надійної енергії, енергії вуглеводнів, за відсутності якої майже 1,3 млрд чоловік сьогодні умирають передчасною смертю.

Разом з тим PacifiCorp, підрозділ належить мільярдерові Уоррену Баффетту інвестиційної компанії Berkshire Hathaway, планує вкласти близько 3,5 млрд дол. США в проекти галузі чистої енергії.

Компанія уточнила, що в рамках даної програми планує до кінця 2020 р реалізувати нові проекти в сфері вітряної енергії загальною потужністю в районі 1,1 ГВт в штаті Вайомінг, а також модернізувати існуючі вітрогенератори потужністю 900 МВт. Крім того, в період 2028-2036 рр. планується будівництво нових об'єктів сфери вітряної енергетики потужністю 859 МВт і сонячної енергетики потужністю понад 1 ГВт [3].

Проте, слід зазначити, що обмежені запаси органічного палива і безперервне зростання витрат на їх використання вимагають постійного пошуку шляхів раціонального використання енергетичних ресурсів і адекватного енергетичного менеджменту.

За останні 15 років суттєво погіршилася ресурсна база нафтогазового комплексу України, зменшилася його конкурентоспроможність у сфері впровадження сучасних нафтогазових технологій, істотно скоротилися обсяги сейсмічних досліджень, пошуково-розвідувального буріння і, відповідно, приростів запасів вуглеводнів. У структурі запасів вуглеводнів постійно збільшується частка важковидобувних. За 30-річний період їх кількість в Україні збільшилася майже втричі і перевищила 68 % від загальних запасів.

Структура залишкових запасів нафти погіршується через те, що відбір вуглеводнів здійснюють переважно із активної частини запасів. Виснаженість родовищ України супроводжується зростанням обводненості продукції до 80...85 % і більше. Так, із середнім значенням обводненості, більшим за 90 %, розробляють 14 родовищ нафтовидобувної компанії ПАТ «Укрнафта». Середнє значення коефіцієнта вилучення досягло 30 % за проектного – 36,5 %, тоді як світовий рівень для відповідних режимів розробки становить 40–50%. Наприклад, у сусідній Білорусі державна нафтогазовидобувна компанія РУП «ПО «Белоруснефть» на основних об'єктах розробки досягла коефіцієнтів вилучення нафти у 50–55 %. Тому головним напрямом збільшення рівнів видобутку вуглеводнів та досягнення високих значень кінцевих коефіцієнтів їх вилучення є масштабне вдосконалення існуючих систем розробки родовищ нафти і газу з використанням сучасних наукоємних технологій та застосування інтелектуальних інформаційних технологій при управлінні на стратегічному корпоративному рівні.

**1. Інтелектуальні технології в національному енергетичному секторі.** На родовищах нафти і газу відбувається цифрова революція. Управління їх розробкою вже піддалося перетворенням, щоб мати можливість справлятися з збільшилися обсягами даних, проводити їх швидко оцінку й удосконалювати методи управління. В даний час робиться

наступний крок. Нове програмне забезпечення моделювання послідовностей операцій охоплює всі об'єкти і процеси на родовищі, починаючи від продуктивного пласта і закінчуючи пунктом підготовки нафти і газу, що допомагає домагатися кращих економічних результатів.

Добувати нафту і газ, звичайно ж, нелегко і недешево. Витрати на видобуток особливо високі для віддалених сухопутних і глибоководних морських родовищ. Оскільки зростаючі витрати супроводжуються зниженням попиту, видобувні компанії шукають способи вичавити все до останньої краплі з наявних родовищ і оптимізувати розробку нових. Головним чинником забезпечення прориву в ефективності на цьому шляху є розширення застосування інтелектуальних цифрових технологій.

Цифрові технології стають все складніше і охоплюють вже практично всі види діяльності на родовищах. Наприклад, використання систем дистанційних вимірювань або картографічної візуалізації основних параметрів стало повсякденною практикою. Ці технології виникли в 1980-х рр., А в останні 15 років їх розвиток значно прискорилося. До теперішнього часу запропоновано декілька термінів для позначення інтенсивного застосування цифрових технологій на нафтових і газових родовищах, з яких найбільш вдалими є вирази «інтелектуальне родовище» (intelligent field).

Новим в цьому застосуванні цифрових технологій нафтогазовидобувними компаніями є те, що концепція інтелектуального родовища об'єднує різні технології для вирішення завдань в масштабі всієї системи.

Вигоди від «інтелектуалізації» родовищ величезні. Є прогнози, що ця технологія дозволить збільшити світову видобуток нафти на 20 млрд м<sup>3</sup> (125 млрд. бар.) за найближчі 5-10 років. Хоча повна доробка окремих компонентів концепції інтелектуального родовища потребують ще деякого часу, цілий ряд їх уже активно впроваджується.

### **1.1. Основні напрями вдосконалення систем розробки родовищ та потенціал нарощування видобутку нафти в Україні.**

Нафтова промисловість України, як і більшості нафтовидобувних країн світу, пройшла період максимального

обсягу видобутку, за яким неминуче настає спад. Максимальний рівень видобутку нафти з конденсатом (14,4 млн т, 1972 р.) забезпечувався введенням у розробку ряду крупних родовищ нафти і газу, розташованих у Дніпровсько-Донецькій западині. Незмінною залишилася їх роль і тепер, коли близько 20 % родовищ забезпечують 80 % видобутку вуглеводнів, а решта 80 % – лише 20 % видобутку. Спроби зменшити темпи падіння видобутку, які здійснювали насамперед шляхом збільшення обсягів експлуатаційного буріння, а також виявлення раніше пропущених інтервалів та прошарків, мали епізодичний характер і за різних причин не змогли на більш-менш значний період змінити загальний тренд кривої видобутку нафти з конденсатом.

Головною причиною зменшення видобутку нафти в Україні є закономірний перехід більшості основних за видобутком та запасами родовищ у пізню стадію розробки, що характеризується значним їх виснаженням після вилучення 80...85 % нафти від затверджених початкових видобувних запасів. З іншого боку, час відкриття великих родовищ, за рахунок яких забезпечувався приріст запасів, минув, а геологорозвідувальними роботами відкриваються, в основному, дуже дрібні, дрібні та середні родовища на глибинах 4,5...6 тис. м. Тому прирости розвіданих запасів не компенсують навіть поточного видобутку нафти.

Порівняльний аналіз показує, що інтенсивність систем розробки нафтових родовищ України, особливо зі значними величинами початкових запасів, відповідає досягнутому світовому рівню, а інколи і перевищує його, але дрібні родовища розробляються значно нижчими темпами, ніж це прийнято у світі .

За останні 15 років суттєво погіршилася ресурсна база нафтогазового комплексу України, зменшилася його конкурентоспроможність у сфері впровадження сучасних нафтогазових технологій, істотно скоротилися обсяги сейсмічних досліджень, пошуково-розвідувального буріння і, відповідно, приростів запасів вуглеводнів. У структурі запасів вуглеводнів постійно збільшується частка важковидобувних. За 30-річний період їх кількість в Україні збільшилася майже втричі і перевищила 68 % від загальних запасів.

Структура залишкових запасів нафти погіршується через те, що відбір вуглеводнів здійснюють переважно із активної частини запасів. Виснаженість родовищ України супроводжується

зростанням обводненості продукції до 80...85 % і більше. Так, із середнім значенням обводненості, більшим за 90 %, розробляють 14 родовищ нафтовидобувної компанії ПАТ «Укрнафта». Середнє значення коефіцієнта вилучення досягло 30 % за проектного – 36,5 %, тоді як світовий рівень для відповідних режимів розробки становить 40–50%. Наприклад, у сусідній Білорусі державна нафтогазовидобувна компанія РУП «ПО «Белоруснефть» на основних об'єктах розробки досягла коефіцієнтів вилучення нафти у 50–55 %. Розглядаючи сучасну ресурсну базу нафтових родовищ України, що перебувають у розробці (рис. 2), можемо помітити значну частку залишкової нафти, яка суттєво перевищує величину поточних видобувних запасів. Власне, залишкові запаси родовищ, що перебувають на державному балансі, перевищують 740 млн т.

Тому головним напрямом збільшення рівнів видобутку вуглеводнів та досягнення високих значень кінцевих коефіцієнтів їх вилучення є масштабне вдосконалення існуючих систем розробки родовищ нафти і газу з використанням сучасних наукоємних технологій. Енергетичний менеджмент національного сектору видобутку традиційних енергоносіїв на сучасному світовому рівні зараз неможливий без інтенсивного застосування інтелектуальних інформаційних технологій та проектного управління процесами.

## **2. Реалізація концепції двох-етапної оптимізації управління складними територіально – розподіленими системами на прикладі видобутку нафти в с. Ковалівка Полтавської області.**

ДТЭК Нефтегаз добывает природный газ в трех районах Полтавской области: Миргородском (Савинцовский сельский совет), Шишацком (Ковалевский сельский совет) и Полтавском (Мачухивская ОТГ). Средства от рентной платы увеличили годовые сельские и районные бюджеты в разы. Например, в с.Ковалевка Шишацкого района, на территории которого компания добывает газ, годовой бюджет в 2017 составлял около 2,5 млн грн. В 2018 г., благодаря рентным поступлениям ДТЭК Нефтегаз, годовой бюджет села составляет более 12 млн грн. Районы и сельсоветы планируют направить эти средства на проекты по энергоэффективности, повышения качества медицинских услуг и инфраструктуру.



## 2.1. Формування базового плану проекту

В таблиці 1 представлені вхідні дані щодо видобувних свердловин, які вийшли до проекту.

Таблиця 1 - Дані про бурові свердловини

Свердловина	Відстань до складу	Збір нафти, т
Свердловина 1	47,2	120
Свердловина 2	32	94
Свердловина 3	25	108

На основі отриманих даних та після проведених досліджень засобами MS Project була побудована наступна діаграма Ганта (рис. 1). Також був доданий додатковий рядок Вартість, котрий показує затрачені грошові ресурси на виконання обраної задачі.

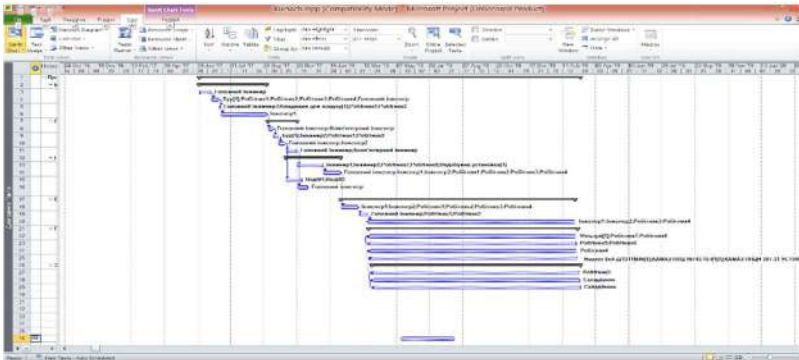


Рис. 1 – графік Ганта для базового плану процесу видобутку нафти

Загальні витрати на видобуток нафти становлять 4 272 193,42 грн.

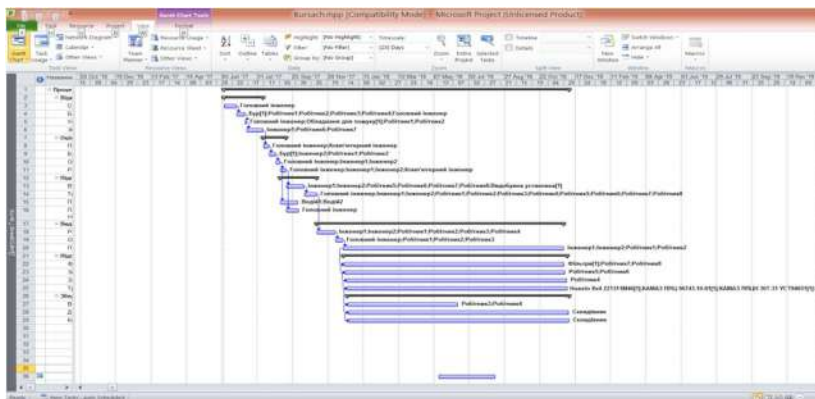
## 2.2. Оптимізація базового плану засобами MS Project

Для оптимізації були виконані наступні дії:

- ✓ У задачі «Буріння пошукових скважин» Головний інженер був замінений на Інженер 1;
- ✓ У задачі «Збір даних» були додані Інженер 2, Робітник 1 та Робітник 2;
- ✓ У задачі «Оцінка початкових та добувних запасів нафти» був доданий Інженер 1;

- ✓ У задачі «Розробка оптимального проекту видобутку» були додані Інженер 1 та Інженер 2;
- ✓ У задачі «Встановлення необхідного обладнання» були додані Робітник 5 та Робітник 6;
- ✓ У задачі «Тестування та налаштування обладнання» були додані Робітники 5-8;
- ✓ У задачі «Організація системи розробки» доданий Робітник 3;
- ✓ У задачі «Процес видобутку нафти» доданий Робітник 4.

Після виконання процесу оптимізації базового плану (оптимізація була виконана без порушень технологічних вимог до процесу видобутку нафти) графік Ганта набув наступного вигляду (рис. 2).



*Рис. 2 - графік Ганта для оптимізованого процесу видобутку нафти*

Періоди, процеси виконання яких змінились, також суттєво скоротились. Для прикладу, час виконання усього проекту зменшився на 72 дні.

Для відображення результатів оптимізації наведена діаграма на рис. 3. З неї видно, на скільки змінилася цифра загальної ціни проекту. В процентному співвідношенні вона зменшилась на 3,31%. Загальна вартість оптимізованого плану проекту складає 4 173 860,04 грн.



*Рис. 3 – результати оптимізації процесу видобутку нафти*

### **2.3. Оптимізація логістичного процесу транспортування нафти з застосуванням генетичних алгоритмів в середовищі Matlab**

Оптимізуємо процес транспортування нафти. В якості засобів технологічного транспорту застосовуються автомобілі КАМАЗ ППЦ 96743-10-01. Загальна вартість базового плану перевезень становить 1 305 040 грн. В таблиці 2 представлені автомобілі, що вийшли до проекту.

*Таблиця 2 - Засоби технологічного транспорту*

Марка авто	Витрати пального/100 км	Вантажопідйомність
КАМАЗ ППЦН 30Т-31 УСТ94651	47	30
КАМАЗ ППЦ 96743-10-01	44	22
Huaxin 8x4 ZZ1311M46	56	32
ППЦН 30Т-31 ПТ ВРW УСТ94651	52	27

Вартість технічного обслуговування машин становить:

- ✓ КАМАЗ ППЦН 30Т-31 УСТ94651 – 0,42 грн за кілометр;
- ✓ КАМАЗ ППЦ 96743-10-01 – 0,38 грн за кілометр;
- ✓ Huaxin 8x4 ZZ1311M46 – 0,5грн за кілометр;

✓ ППЦН 30Т-31 ПТ ВРВ УСТ94651 – 0,47 грн за кілометр.

Питомі витрати пального для перевезення однієї тони нафти наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 - *Питомі витрати пального*

Витрати, грн					
Марка авто			Склад 1	Склад 2	Склад 3
КАМАЗ	ППЦН	30Т-31	14,76	16	8,73
УСТ94651					
КАМАЗ ППЦ 96743-10-01			20,77	14,98	12,22
Huaxin 8x4 ZZ1311M46			17,62	11,44	10,37
ППЦН	30Т-31	ПТ ВРВ	20,45	17,7	9,24
УСТ94651					

Складаємо умови для відповідної транспортної задачі (ТЗ) (таб. 4).

Таблиця 4 - *Вхідні дані для транспортної задачі*

Марка авто	Склад 1	Склад 2	Склад 3	Витрати на все перевезення
КАМАЗ ППЦН 30Т-31 УСТ94651	14,76	16	8,73	979405
КАМАЗ ППЦ 96743-10-01	20,77	14,98	12,22	1305040
Huaxin 8x4 ZZ1311M46	17,62	11,44	10,37	1077440
ППЦН 30Т-31 ПТ ВРВ УСТ94651	20,45	17,7	9,24	1279200

Обмеження ТЗ мають наступний вигляд:

1. по вартості перевезень нафти

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 979405$$

$$x_4 + x_5 + x_6 \leq 1305040$$

$$x_7 + x_8 + x_9 \leq 1077440$$

$$x_{10} + x_{11} + x_{12} \leq 1279200$$

2. по обсягу видобутої нафти

$$x_1 + x_4 + x_7 + x_{10} = 30000$$

$$x_2 + x_5 + x_8 + x_{11} = 235000$$

$$x_3 + x_6 + x_9 + x_{12} = 270000$$

### 3. невід’ємності змінних

$$x_1, \dots, x_{12} \geq 0$$

### 4. місткості транспорту

$$x_1, x_2, x_3 \leq 30$$

$$x_4, x_5, x_6 \leq 22$$

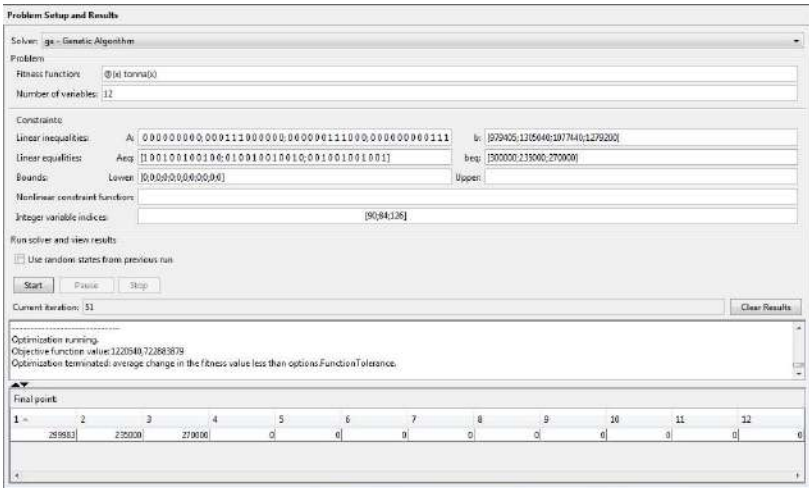
$$x_7, x_8, x_9 \leq 32$$

$$x_{10}, x_{11}, x_{12} \leq 27$$

Цільова функція має наступний вигляд:

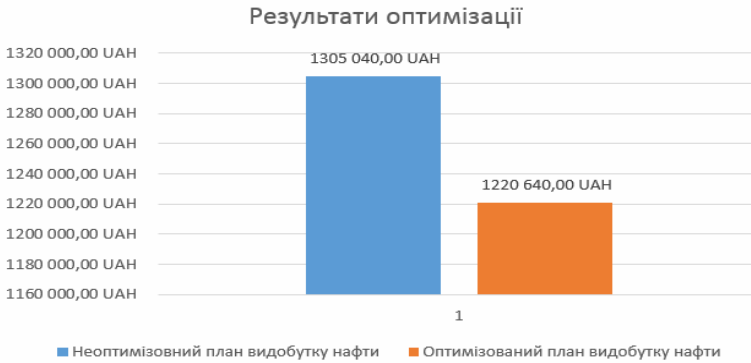
$$Z = 14,76 \cdot x_1 + 16 \cdot x_2 + 8,73 \cdot x_3 + 20,77 \cdot x_4 + 14,98 \cdot x_5 + 12,22 \cdot x_6 + 17,62 \cdot x_7 + 11,44 \cdot x_8 + 10,37 \cdot x_9 + 20,45 \cdot x_{10} + 17,7 \cdot x_{11} + 9,24 \cdot x_{12}.$$

Ввівши наступні дані у відповідні поля програми Matlab для отримання оптимізованого плану перевезень за допомогою генетичного алгоритму[4], маємо наступний результат (рис. 4).



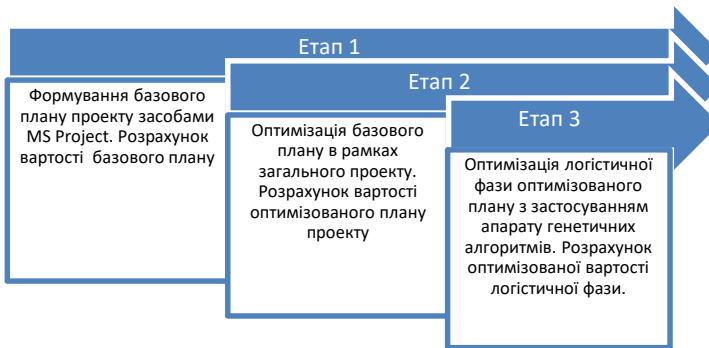
*Рис. 4 – Результат оптимізації базового плану перевезень за допомогою генетичного алгоритму*

Проаналізувавши результати можна сказати, що всю добуту нафту слід перевозити автомобілем КАМАЗ ППЦН 30Т-31 УСТ94651. Тобто, витрати на перевезення скоротились на 6, 467 %. На рисунку 5 представлена порівняльна діаграма базової (1 305 040 грн) та оптимізованої (1 220 640 грн) вартості плану перевезень.



*Рис. 5 – Результати оптимізації логістичної фази базового проекту за допомогою генетичного алгоритму*

Загальна схема реалізації запропонованої інтелектуальної інформаційної технології (ІІС) [5], на базі якої побудована концепція енергетичного менеджменту видобутку традиційних видів енергоносіїв, представлена на рисунку 6.



*Рис. 6 – Загальна схема ІІС*

В результаті застосування запропонованої ІІС загальна сума оптимізації складає 182 733 грн., з котрих 98 333, 38 грн. отримано на етапі оптимізації проекту в цілому, 84 400 грн. отримано на етапі застосування апарату генетичних алгоритмів при оптимізації логістичного процесу.

**3. Висновки.** Забезпечення сучасного національного енергоменеджменту життєво необхідно для стійкого розвитку країни в глобальному масштабі. У Європейському Союзі реалізується ініціатива Генерального секретаря Організації Об'єднаних Націй ««Стійка енергетика для всіх»», однією з трьох цілей котрої є подвоєння глобальних темпів зростання енергоефективності до 2030 року. Цей напрямок представляє собою один з найкращих способів оптимізації наявних ресурсів, підтримки національного економічного зростання, зменшення витрат на енергію. Представлена концепція енергетичного менеджменту повністю відповідає цій ініціативі.

#### **Література:**

1. Alex Epstein. The Moral Case for Fossil Fuels. New York, Portfolio/Penguin, 2014. 256 P.

2. [http://www.energosovet.ru/bul\\_47\\_2017.pdf](http://www.energosovet.ru/bul_47_2017.pdf)

3. Sieminska. Outlook for shale gas and tight oil development in the U.S. FLAME Natural Gas & LNG Conference. Amsterdam. March 13, 2013.

4. Bhandari, D. Variance as a Stopping Criterion for Genetic Algorithms with Elitist Model [Text] / D. Bhandari, C. A. Murthy, S. K. Pal // Fundamenta Informaticae. — 2012. — Vol. 120, № 2. — P. 145–164. doi:10.3233/FI-2012-754.

5. Skakalina, E. (2018), «Development of Methodological Foundations of Logistical Intellectual Control of Complex Systems Based on Hybrid Heuristic Algorithms» / International Journal of Engineering & Technology.- 2018.- Vol. 7, No (4.8). – P.534-538. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.8.27301

*Elena Skakalina - PhD, Department of Computer and Information Technologies and Systems, National University “Yuri Kondratyuk Poltava Politechnics” Pershotravnevyi AV. 24, UA36011, Poltava, Ukraine, e-mail:wboss@i.ua*

*Major Fields of Scientific Research: genetic algorithms, fuzzy sets, group method of data handling, information technologies of management the difficult systems, data mining, forecasting methods, multilevel modeling of complex organizational and technical systems.*