

УДК 504.062:622.276:622.279
DOI: 10.31471/1993-9973-2019-3(72)-83-92

ОЦІНКА ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЕКОЕФЕКТИВНОСТІ НАФТОГАЗОВИДОБУВНИХ ОБ'ЄКТІВ

Т. М. Яцишин

ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 727165,
e-mail: yatsyshyn.t@gmail.com

Пропонується використання методології оцінки життєвого циклу для дослідження об'єктів нафтогазовидобутку на прикладі нафтогазової свердловини з метою покращення показників еко-ефективності нафтогазової галузі. Особливостями об'єкта дослідження є складність технологічних процесів і обладнання та багатофакторність впливу на навколишнє природне середовище. Проаналізовано основні принципи методології оцінки життєвого циклу. Визначено межі досліджуваної системи, яка включає всі етапи життєвого циклу нафтогазової свердловини: підготовка майданчика, монтаж бурової установки, буріння свердловини, випробування, демонтаж бурової установки, монтаж експлуатаційного обладнання, освоєння свердловини, експлуатація, завершення експлуатації, виведення свердловини з експлуатації. Проведено інвентаризацію одиничних процесів продукційної системи, що дозволило виявити вхідні та вихідні елементарні потоки на кожному етапі. Побудовано гістограми, за допомогою яких можна визначити потужність та різноманітність вхідних та вихідних потоків. Наведено орієнтовну тривалість кожного етапу, що дає змогу оцінити час впливу одиничних процесів та визначити потенційні ефекти для навколишнього природного середовища. Встановлено найбільш ресурсовитратні етапи, якими є: буріння свердловини, монтаж, демонтаж бурової установки та виведення свердловини з експлуатації. За результатами аналітичних досліджень вихідних потоків встановлено етапи з найбільшою різноманітністю та потужністю потоків. Визначено потенційний ризик виникнення аварійних екологічно небезпечних ситуацій протягом життєвого циклу досліджуваного об'єкта. Одержані дані дозволяють спрямувати подальші наукові дослідження на процеси або/і обладнання, при яких відбувається інтенсивний рух потоків зі значними ефектами для довкілля, а також розробляти інноваційні технічні рішення і вдосконалювати технологічні процеси для зменшення шкідливого впливу на навколишнє природне середовище. Проведені дослідження визначають ряд переваг методології оцінки життєвого циклу для покращення показників еко-ефективності, до яких належать: системність вивчення впливів діяльності, багатофакторність аналізу, визначення потенціалу зменшення впливів та постійне вдосконалення протягом життєвого циклу.

Ключові слова: оцінка життєвого циклу, еко-ефективність, нафтогазова свердловина, багатофакторність, навколишнє природне середовище.

Предлагается использование методологии оценки жизненного цикла для исследования объектов нефтегазодобычи на примере нефтегазовой скважины с целью улучшения показателей эко-эффективности нефтегазовой отрасли. Особенности объекта исследования является сложность технологических процессов и оборудования и многофакторность воздействия на окружающую среду. Проанализированы основные принципы методологии оценки жизненного цикла. Определены границы исследуемой системы, которая включает все этапы жизненного цикла нефтегазовой скважины: подготовка площадки, монтаж буровой установки, бурение скважины, испытание, демонтаж буровой установки, монтаж эксплуатационного оборудования, освоение скважины, эксплуатация, завершение эксплуатации, вывод скважины из эксплуатации. Проведена инвентаризация единичных процессов продукционной системы, что позволило выявить входные и выходные элементарные потоки на каждом этапе. Построены гистограммы, с помощью которых можно определить мощность и разнообразие входных и выходных потоков. Приведена ориентировочная продолжительность каждого этапа, которая позволяет оценить время воздействия единичных процессов и определить потенциальные эффекты для окружающей природной среды. Установлены наиболее ресурсозатратные этапы, которыми являются: бурение скважины, монтаж, демонтаж буровой установки и вывод скважины из эксплуатации. По результатам аналитических исследований выходных потоков установлены этапы с наибольшим разнообразием и мощностью потоков. Определены потенциальный риск возникновения аварийных экологически опасных ситуаций в течение жизненного цикла исследуемого объекта. Полученные данные позволяют направить дальнейшие научные исследования на процессы или / и оборудование, при которых происходит интенсивное движение потоков со значительными эффектами для окружающей среды, а также разрабатывать инновационные технические решения и совершенствовать технологические процессы для сокращения вредного воздействия на окружающую природную среду. Проведенные исследования определяют ряд преимуществ методологии оценки жизненного цикла для улучшения

показателів еко-ефективності, к которым относятся: системность изучения воздействий деятельности, многофакторность анализа, определение потенциала сокращения воздействий и постоянное совершенствование в течение жизненного цикла.

Ключевые слова: оценка жизненного цикла, эконо-эффективность, нефтегазовая скважина, многофакторность, окружающая природная среда.

Aiming at improving the eco-efficiency of the oil and gas industry, the author suggests the use of life cycle assessment methodology to study oil and gas production facilities as illustrated by the oil-and-gas well. The peculiarities of the research object are the complexity of technological processes and equipment and the multifactorial effects on the environment. The basic principles of the methodology of life cycle assessment have been analyzed. The author specifies the boundaries of the investigated system which includes all stages of the life cycle of an oil-and-gas well: site preparation, rigging up, well drilling, testing, rigging down, assembly of production equipment, well development, well operation, closing-in, well decommissioning. The inventory of single processes of the production system was carried out. It gives a possibility to identify incoming and outgoing elementary flows at each stage. The histograms to determine the power and diversity of incoming and outgoing flows have been built. The approximate duration of each stage is given. This duration makes it possible to estimate the exposure time of single processes and to identify the potential effects on the environment. The most resource-consuming stages have been established. They are drilling, rigging up, rigging down, and decommissioning of wells. Based on the results of analytical studies of the outgoing flows, the stages with the greatest diversity and flow capacity are established. The potential risk of hazardous environmental emergencies during the life cycle of the investigated facility is determined. The obtained data give a possibility to start researching those processes and / or equipment with which there is intense movement of flows with significant effects on the environment, as well as to develop innovative technical solutions and improve technological processes to reduce the harmful effects on the environment. The conducted research determines a number of advantages of the life cycle assessment methodology for improving the indicators of eco-efficiency. The advantages include a systematic study of the effects of the activities, the multivariate analysis, the identification of the potential for the reduction of impacts and constant improvement throughout the life cycle..

Keywords: life cycle assessment, eco-efficiency, oil-and-gas well, multifactority, environment.

Вступ

Загострення екологічних проблем у світовому масштабі спричинило формування концепції екологічної безпеки техногенних об'єктів, з точки зору сталого розвитку. При цьому стратегія екологічної ефективності промислових об'єктів дозволяє поєднати економічну та екологічну ефективність. У соціально-економічній політиці Євросоюзу на сьогодні екологічна політика за своєю значущістю займає рівні позиції з економічною політикою [1]. В основі досягнення еко-ефективності є створення продукції з високим рівнем корисних властивостей (цінністю принесених послуг), низькою матеріаломісткістю і енергоємністю. Досягнення відповідного ступеня еко-ефективності націлює компанії на створення продукції високої якості при мінімізації ресурсоспоживання, забруднення довкілля і утворення відходів [2].

Одними з основних принципів Стратегії державної екологічної політики України на період до 2020 року визначено: посилення ролі екологічного управління в системі державного управління України з метою досягнення рівності трьох складових розвитку (економічної, екологічної, соціальної), яка зумовлює орієнтування на пріоритети сталого розвитку; врахування екологічних наслідків під час прийняття управлінських рішень, при розробленні доку-

ментів, які містять політичні та/або програмні засади державного, галузевого (секторального), регіонального та місцевого розвитку; запобігання виникненню надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, що передбачає аналіз і прогнозування екологічних ризиків. Основою одержання інформації для аналізу і прогнозування є результати стратегічної екологічної оцінки, державної екологічної експертизи, а також державного моніторингу навколишнього природного середовища [3].

Зазначені принципи потребують відповідного інструментарію, який дозволить приймати екологічно безпечні управлінські рішення на ранніх етапах проектування планованої діяльності. Завдання отримання групової кількісної експертної оцінки з урахуванням коефіцієнтів відносної важливості оцінюваних показників впливу планованої діяльності на навколишнє середовище в даний час вирішується методами критеріально-експертного зважування, що складають основу інформаційного забезпечення методології оцінки життєвого циклу (ОЖЦ), яка широко використовується в практиці екологічного проектування в країнах Західної Європи і Америки [4]. Теоретичні основи даного підходу затверджені в міжнародних стандартах серії ISO 14040-14049 «Методологія аналізу життєвого циклу» [5, 6, 7]. Згідно з новою версі-

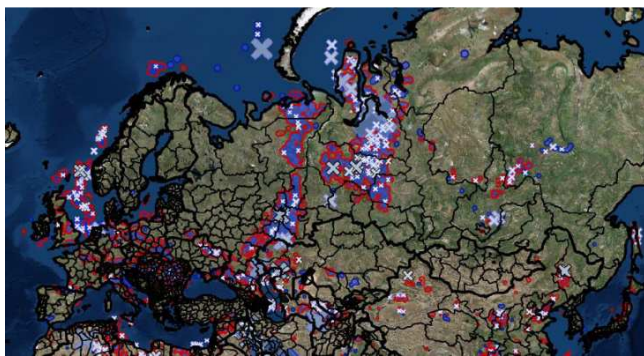


Рисунок 1 – Родовища нафти в Європі та Азії (HarvardWorldMap) [11]

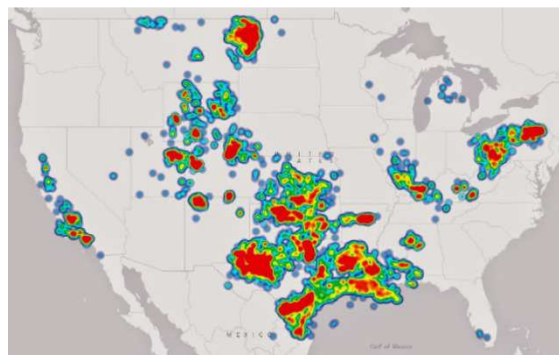


Рисунок 2 – Буріння свердловин на нафту і природний газ у США, 2016 р. (HarvardWorldMap) [11]

єю стандарту, на доповнення до необхідності керувати екологічними аспектами виробничої діяльності організація повинна поширити свій контроль на кожну стадію життєвого циклу: придбання сировини, проектування, виробництво, транспортування / доставку, використання, утилізацію [8].

Нафтогазовидобувні об'єкти становлять потенційну екологічну небезпеку як через присутність у технологічних процесах агресивних хімічних речовин впродовж всього життєвого циклу, так і за рахунок великої кількості даних об'єктів у всіх регіонах планети (рис. 1, 2) [9, 10].

Наслідки нафтогазовидобутку, які виникають протягом життєвого циклу свердловин, наносять значні екологічні збитки і в багатьох випадках формують незворотні зміни в навколишньому природному середовищі. Так, у процесі нафтогазовидобування відбувається забруднення атмосферного повітря, водних об'єктів та ґрунтового покриву. Це спричиняє скиди, викиди та випари шкідливих газоподібних речовин [12], надходження значної кількості супутніх пластових вод високої мінералізації та розливи вуглеводнів, що знищують біоту водних об'єктів, порушують ґрунтовий покрив [13]; залишаються неліквідованими десятки і сотні амбарів з буровим шламом; на факелах спалюється близько 35 млрд.м³ на рік попутного газу [14]; існує небезпека газонафтоводопровів та відкритих фонтанів, які можуть виникати на всіх етапах спорудження та експлуатації свердловин. В [15] розглянуто роботу насосно-циркуляційної системи бурової установки (БУ) при різних технологічних операціях, коли відбувається циркуляція бурового розчину, який може містити у своєму складі речовини різного класу небезпеки: від 1-го (хромати, біхромати) до 4-го (натрію сульфат, діетиламін). Ці речовини потрапляють в атмосферу внаслідок випаровування, яке відбувається досить інтенсивно

через порівняно високі температури бурового розчину та його циркуляцію. Особливої уваги потребують виведені з експлуатації свердловини, рівень контролю за станом яких з часом послаблюється, а їх герметичність може порушуватись [16]. Вищезазначені впливи складаються з результатів локальних впливів нафтогазовидобувних об'єктів – нафтогазових свердловин, кількість яких щороку зростає по всій планеті.

У статті розглянуто метод оцінки життєвого циклу як інструменту підвищення екоефективності об'єктів нафтогазового комплексу.

Аналіз сучасних вітчизняних та зарубіжних досліджень і публікацій

В стандарті ISO 14001:2015 пропагується запровадження підходу мислення, в основі якого лежать принципи життєвого циклу. Такий підхід передбачає особливі вимоги до екологічних аспектів на кожному етапі життєвого циклу – розроблення документації, закупівлі ресурсів, використання матеріалів, транспортування продукції, її утилізація, а не тільки вимоги, що висувають до виробничих процесів [8].

Система управління життєвим циклом, як один із вагомих елементів систем екологічного управління, спрямована на мінімізацію екологічних і соціально-економічних проблем, пов'язаних з продуктом або асортиментом продукту протягом його життєвого циклу та ланцюгом формування вартості. Система управління життєвим циклом дозволяє оперативно відслідковувати життєвий цикл і збалансованість продукту та здійснювати безперервний процес удосконалення продукційної системи [8]. В науковій роботі Стремберг Л.М. зазначено, що ОЖЦ є системним підходом для визначення екологічної безпеки об'єкта та інструментом для проведення початкової стадії оцінки впливу на довкілля [4].

В [5] зазначено, що ОЖЦ, зазвичай, не охоплює економічні чи соціальні аспекти продукції, але підхід та методологію життєвого циклу, описані в стандарті ДСТУ ISO 14040:2013, можна застосовувати й до цих аспектів. Використання методології еко-ефективності в ОЖЦ зазначається в праці А. С. Kokossis, F. Thompson та Т. К. Das [17].

В дослідженнях В.А. Грози та О.М. Антонів наведено інформацію про стадії життєвого циклу та негативний вплив на навколишнє середовище газовидобувної свердловини та представлено результати розрахунку потенційного територіального ризику для газоконденсатного родовища [18]. Однак, не достатньо висвітлена інформаційна база щодо матеріальних, енергетичних потоків та ефектів, що виникають на всіх стадіях життєвого циклу свердловини.

Висвітлення окремих пунктів невирішених раніше частин загальної проблеми

Підвищення еко-ефективності об'єктів нафтогазового комплексу потребує прийняття відповідних управлінських рішень, які базуються на принципах сталого розвитку. Правильний вибір рішення повинен ґрунтуватися на достовірній інформаційній базі про можливі наслідки для довкілля на різних етапах життєвого циклу досліджуваного об'єкта. Методика оцінки життєвого циклу дає можливість прослідкувати ресурсо-енергетичні потоки та створювані ними ефекти для довкілля. В опрацьованих літературних джерелах для нафтогазових свердловин така інформація зустрічається частково або відсутня. Заповнення цієї ніші для зазначених об'єктів дозволить виявити найбільш витратні етапи в ресурсно-енергетичному плані та етапи, на яких виникає найбільша кількість шкідливих для довкілля ефектів. Така інформаційна база є платформою для прийняття еко-ефективних управлінських рішень, які ґрунтуються на принципах збалансованого ресурсоспоживання, енергоефективності та безпеки для довкілля. Тому, актуальною є розробка методологічних основ ОЖЦ об'єктів нафтогазового комплексу.

Основною метою статті є використання інструменту ОЖЦ для розробки еко-ефективних рішень в умовах нафтогазового комплексу.

Поставлена мета досягається шляхом вирішення таких завдань:

- вибір основних принципів ОЖЦ нафтогазової свердловини;

- встановлення меж досліджуваної системи та інвентаризація життєвого циклу на прикладі нафтогазової свердловини;

- аналіз ресурсних та енергетичних потоків обраного етапу в життєвому циклі нафтогазової свердловини;

- визначення переваг ОЖЦ як інструменту забезпечення еко-ефективності нафтогазовидобувних об'єктів.

Висвітлення основного матеріалу дослідження

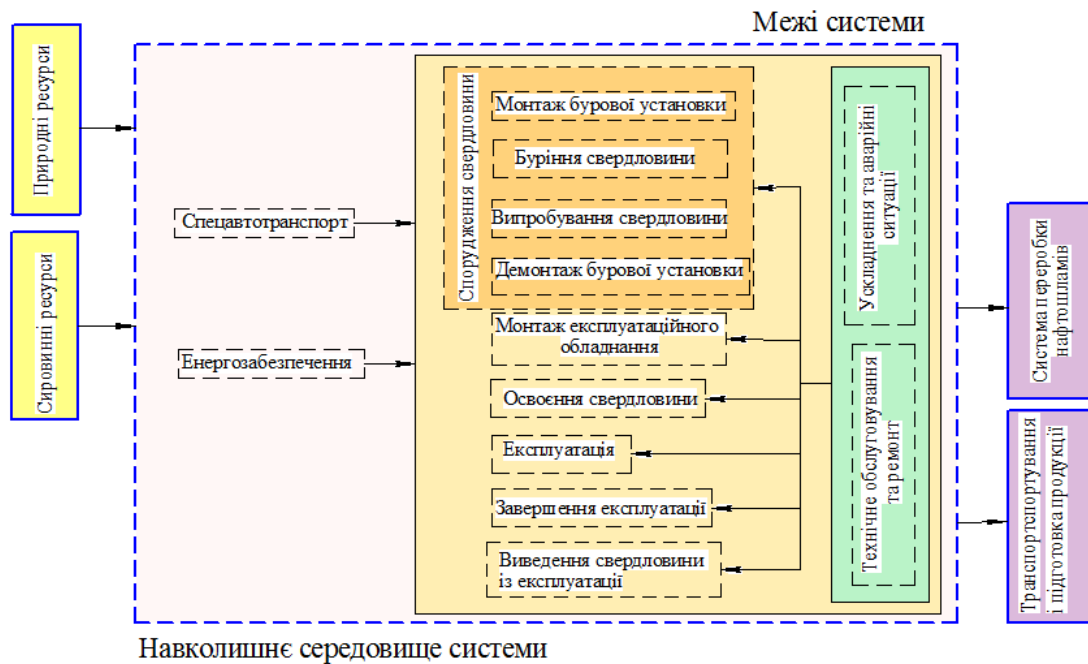
Міжнародна організація зі стандартизації визначає життєвий цикл як: «... послідовні і взаємозалежні стадії життєвої системи продукту або процесу, починаючи з видобутку природних ресурсів і закінчуючи утилізацією відходів», а оцінка життєвого циклу – це: «... систематизований набір процедур зі збору та аналізу всіх матеріальних і енергетичних потоків системи, включаючи вплив на навколишнє середовище під час всього життєвого циклу продукту і / або процесу ... » [19].

Життєвий цикл нафтогазових свердловин супроводжується використанням різноманітного обладнання та матеріалів, тому дослідження етапів «від колиски до могили» є складним багатofакторним процесом. Одним із сучасних підходів є поетапне оцінювання життєвого циклу: кожен крок процесу аналізується, а потім інтегрується для можливості оцінки всього виробничого процесу. В літературі зустрічається інкрементно-ітеративний підхід при оцінці життєвого циклу [17]. Дослідження життєвого циклу нафтогазової свердловини доцільно проводити, використовуючи вищезгаданий підхід, у рамках якого складні процеси і об'єкти доцільно виділяти і розглядати як окремі системи і в подальшому інтегрувати в загальний життєвий цикл нафтогазового комплексу.

Методологія ОЖЦ складається з 4-х етапів [5]:

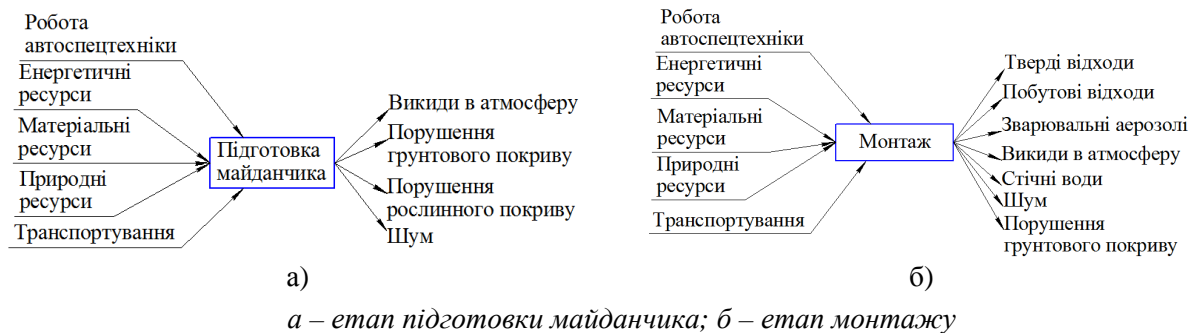
– мета і визначення меж впливу;
– інвентаризація;
– оцінка впливу життєвого циклу технології;
– інтерпретація, яка дозволяє прийняти остаточне рішення у відповідності до цілей вивчення ОЖЦ.

Метою проведення ОЖЦ нафтогазової свердловини є визначення еко-ефективності та потенціалу скорочення викидів. Функціональною одиницею визначено життєвий цикл тривалістю 20 років експлуатаційної нафтогазової свердловини. Виходячи з головного принципу ОЖЦ – «від колиски до могили», екологізації



Навколишнє середовище системи

Рисунок 3 – Схема визначення меж продукційної системи



а)

б)

а – етап підготовки майданчика; б – етап монтажу

Рисунок 4 – Приклади схем одиничних процесів життєвого циклу нафтогазової свердловини

підлягає весь продукційний ланцюжок – в даному випадку від спорудження свердловини до виводу її з експлуатації. Особливістю даного об’єкту дослідження є те, що після виведення з експлуатації нафтогазових свердловин залишається високий ризик їх впливу на довкілля, який потребує подальшого моніторингу. На рис. 3 наведено межі досліджуваної продукційної системи.

Продукційна система «Нафтогазова свердловина» згідно з методикою ОЖЦ поділяється на ряд одиничних процесів: підготовка майданчика, монтаж бурової установки, буріння свердловини, випробування свердловини, демонтаж бурової установки, монтаж експлуатаційного обладнання, освоєння свердловини, експлуатація, завершення експлуатації (видобування вуглеводнів) та виведення свердловини з експлуатації. На рис. 4 наведено приклад одиничних процесів життєвого циклу нафтогазової свердловини. Наведені схеми вхідних і вихідних по-

токів розробляються для всіх одиничних процесів.

Одиничні процеси пов’язані між собою потоками проміжної продукції та (або) відходами з іншими продукційними системами, а з навколишнім середовищем - за допомогою елементарних потоків. Елементарні потоки включають в себе використання ресурсів, викиди в атмосферне повітря, скиди у водні об’єкти, розливи на ґрунти, які пов’язані з досліджуваною системою. В залежності від індивідуальних характеристик умов спорудження свердловин (табл. 1) можуть дещо змінюватися ефекти, спричинені одиничними процесами, та змінюватися елементарні потоки.

Враховуючи складність процесів та багатofакторність впливів на довкілля, що формують кінцеві ефекти на етапах життєвого циклу нафтогазової свердловини, доцільно проводити попередню інвентаризацію з метою визначення орієнтовного потенційного впливу окремих етапів життєвого циклу. Такий підхід дозволяє

Таблиця 1 – Характеристики умов спорудження свердловин

Природні	Технічні	Технологічні	Організаційні	Проектні
Ландшафтні та кліматичні особливості території. Геологічні умови	Комплектація бурового наземного обладнання. Комплектація бурового свердловинного обладнання	Спосіб буріння. Технологія буріння	Під'їзні шляхи. Енергопостачання. Водопостачання	Глибина свердловини. Тривалість буріння

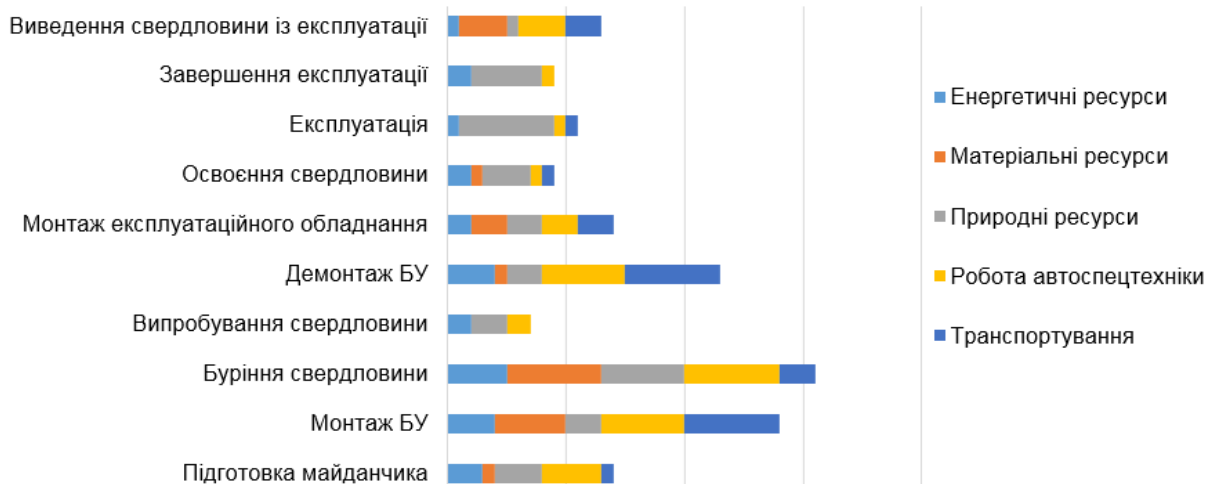


Рисунок 5 – Результати попередньої інвентаризації вхідних потоків

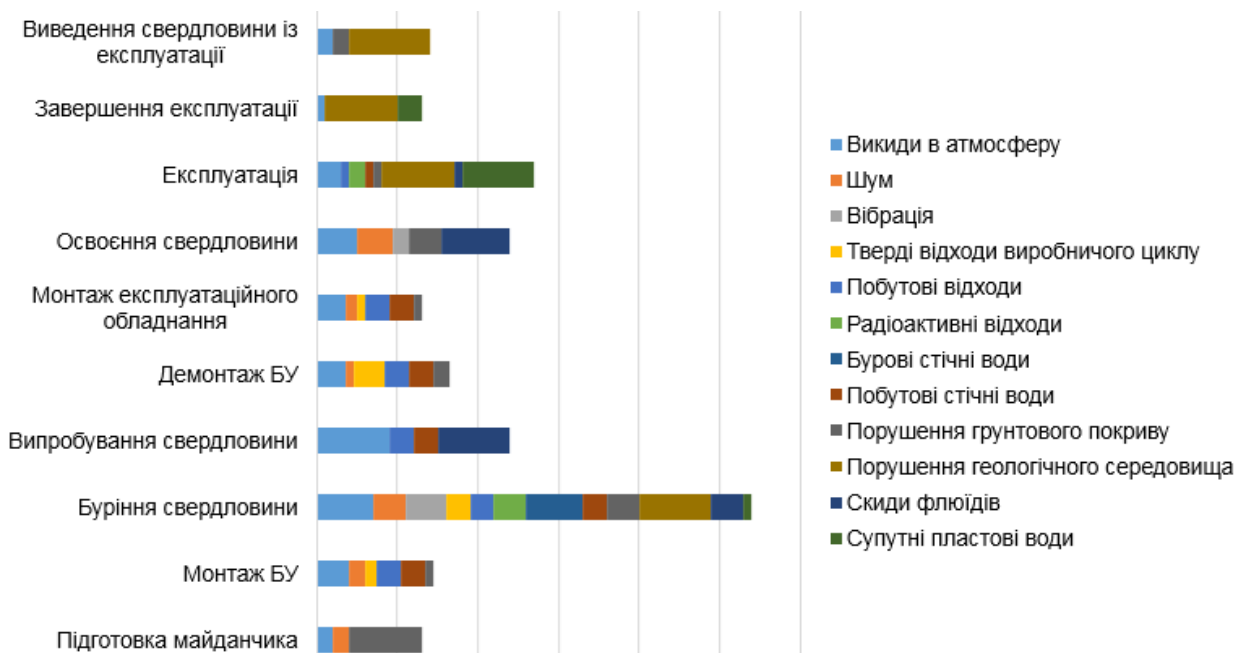


Рисунок 6 – Результати попередньої інвентаризації вихідних потоків

сфокусувати увагу на найбільш впливових, з екологічної точки зору, процесах.

Приклад попередньої інвентаризації етапів життєвого циклу нафтогазової свердловини наведено на рисунках 5–8. Інвентаризація проведена для умовної свердловини, життєвий цикл якої складає 20 років. Оцінка проводиться в умовних одиницях (балах), визначених за до-

помогою експертної оцінки, опрацювання матеріалів наукових досліджень, статистичних даних, нормативної документації в даній галузі та польових досліджень на території навчально-виробничої лабораторії інституту нафтогазової інженерії Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу та свердловин Карпатського регіону.



Рисунок 7 – Орієнтовна тривалість етапів життєвого циклу нафтогазової свердловини

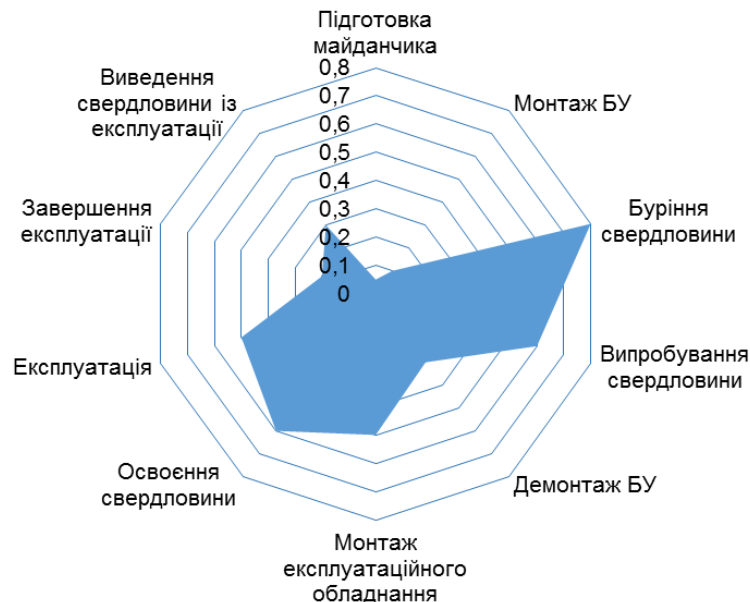


Рисунок 8 – Потенційний ризик виникнення аварійних екологічно небезпечних ситуацій протягом життєвого циклу нафтогазових свердловин

Згідно з попередньою інвентаризацією визначено, що найбільш ресурсовитратними є етапи буріння свердловини, монтажу, демонтажу бурової установки та виведення свердловини з експлуатації. На етапі буріння спостерігається найбільша потужність горизонтів вхідних потоків за винятком транспортування, який найбільш інтенсивний на етапах монтажу та демонтажу БУ. Етап експлуатації виражений середніми значеннями потужності вхідних потоків, однак, враховуючи рис. 7, варто відзначити, що тривалість даного етапу становить близько 85 % від загального життєвого циклу

нафтогазової свердловини. Інвентаризація вихідних потоків показала, що етап буріння за різноманітністю та потужністю горизонтів вхідних потоків є найбільш значним (рис. 6). За даними (рис. 7) тривалість цього етапу становить лише 2 %, однак потенційний ризик виникнення аварійних екологічно-небезпечних ситуацій складає 0,8, що є досить високим. Згідно з даними досліджень, наведеними в [10, 16], свердловини, виведені з експлуатації, створюють потенційну небезпеку забруднення довкілля. Тому подальші дослідження на цьому етапі необхідно спрямовувати на вибір шляхів пово-

дження із свердловинами, виведеними із експлуатації.

Попередня інвентаризація дозволила виявити етапи життєвого циклу нафтогазової свердловини, на які доцільно звернути увагу, з точки зору скорочення як вхідних, так і вихідних потоків. Запропонований підхід дає змогу оцінити в різних площинах впливи одиничних процесів та взаємопов'язані ефекти. При проведенні оцінки життєвого циклу конкретної свердловини показники потоків можуть змінюватися з врахуванням характеристик умов спорудження свердловини (табл. 1). Також необхідно враховувати мету проведення ОЖЦ.

У результаті проведених досліджень виявлено переваги ОЖЦ як інструменту забезпечення еко-ефективності нафтогазовидобувних об'єктів:

- метод ОЖЦ дозволяє прослідкувати послідовні та пов'язані етапи в життєвому циклі нафтогазовидобувного об'єкта, що дає можливість досліджувати його як багатофакторну систему;

- завдяки методу ОЖЦ можна підвищити ефективність використання ресурсів, знижуючи шкідливість процесу видобування нафти і газу;

- ОЖЦ допомагає встановити найбільш навантажені вхідними та вихідними потоками стадії життєвого циклу нафтогазовидобувних об'єктів і сформулювати концепцію еко-ефективного видобування нафти і газу;

- метод ОЖЦ демонструє неперервність у вдосконаленні елементів життєвого циклу нафтогазовидобувних об'єктів, що дозволяє запобігти виникненню аварійних ситуацій;

- використання методики ОЖЦ дозволить формувати управлінські рішення, ґрунтуючись на принципах еко-ефективності, скорочуючи вхідні та вихідні потоки та вдосконалюючи технологічні процеси та обладнання.

Висновки

Визначено основні принципи ОЖЦ, які є базою для встановлення напрямків вдосконалення життєвого циклу нафтогазової свердловини, з точки зору еко-ефективності.

Розроблено схему продукційної системи «Нафтогазова свердловина» та схеми одиничних процесів, на основі яких проведено аналіз інвентаризації життєвого циклу нафтогазової свердловини і встановлено:

- найбільш ресурсовитратні етапи: буріння, монтаж, демонтаж та виведення свердловини з експлуатації;

- найбільш значним за різноманітністю та потужністю горизонтів вихідних потоків є етап буріння з високим потенційним ризиком виникнення аварійних екологічно-небезпечних ситуацій – 0,8;

- найбільш тривалим (практично 85% від загального життєвого циклу нафтогазової свердловини) є етап експлуатації;

- етап в життєвому циклі свердловини після виведення її з експлуатації становить потенційну небезпеку для довкілля і потребує управлінських рішень для запобігання виникненню аварійних екологічно-небезпечних ситуацій.

Встановлено доцільність використання ОЖЦ як інструменту еко-ефективності нафтогазовидобувних об'єктів, до яких належать: можливість системного вивчення впливів діяльності, можливість проведення багатофакторного аналізу, визначення потенціалу скорочення впливів, постійне вдосконалення протягом всього життєвого циклу.

Подальші дослідження мають спрямовуватися на пошук шляхів скорочення вхідних і вихідних потоків з метою покращення показника еко-ефективності нафтогазовидобувних об'єктів через вдосконалення технологічних процесів та впровадження інноваційних технічних розробок.

Література

1. Загорський В.С. Екологічна політика ЄС і проблеми формування системи екологічного управління в Україні. *Соц.-ек. проблеми сучас. періоду України*. 2014. Вип. 3(107). С. 210-221.

2. Федуллова Л.І. Менеджмент організацій: підручник / за заг. ред. Л.І. Федулової. К. : Либідь, 2003. 448 с.

3. Стратегія державної екологічної політики України на період до 2020 року. URL: <http://old.menr.gov.ua/about/strategy>

4. Стремберг Л.М. Информационная технология анализа жизненного цикла и оценки экологической безопасности строительных объектов: автореф. дис ... канд. техн. наук: спец: 11.00.11 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» / Л.М. Стремберг. Москва: М ГСУ, 2000. С.173.

5. ДСТУ ISO 14040:2013 Екологічне управління. Оцінювання життєвого циклу. Принципи та структура (ISO 14040:2006, IDT) URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=70997

6. ДСТУ ISO 14041:2004. Экологическое управление. Оценивание жизненного цикла. Определение цели и сферы применения и ана-

лизирование инвентаризации (ISO 14041:1998, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=51326

7. DSTU ISO/TR 14049:2004. Экологическое управление. Оценивание жизненного цикла. Примеры применения ISO 14041 для определения цели и сферы применения и анализ инвентаризации (ISO/TR 14049:2000, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=51327

8. Берзіна С.В., Яреськовська І.І. та ін. Системи екологічного управління: сучасні тенденції та міжнародні стандарти: посібник. К: Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 134 с.

9. Яцишин Т.М. Вибір критеріїв системи управління екологічними ризиками під час спорудження нафтогазових свердловин. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2018. № 2(67). С. 31-40.

10. Яцишин Т.М. Аналіз впливу на довкілля життєвого циклу нафтогазової свердловини. *Моделювання та інформаційні технології*. 2017. Вип. 81. С. 24-31.

11. Meili C., Jungbluth N., Wenzel P. Life cycle inventories of long distance transport of crude oil. ESU-services Ltd. Commission ed by BFE, VAFU, Erdöl-Vereinigung, Schaffhausen, Switzerland. 2018. 24 p.

12. Яцишин Т.М. Аналітичний огляд методів оцінки забруднення атмосферного повітря на нафтогазових свердловинах. *Моделювання та інформаційні технології*. 2017. Випуск 80. С. 61-70.

13. Чала Н.В. Вплив нафтогазовидобувного комплексу на стан довкілля. *Вісник ЖНАЕУ*. 2013. № 1, Т. 1. С. 293–299.

14. Хаустов А.П., Редина М.М. Чрезвычайные ситуации и экологическая безопасность в нефтегазовом комплексе. URL: <http://docs.cntd.ru/document/499075302>

15. Artemchuk V.O., Bilan, T.R., Blinov I.V., Yatsyshyn T.M. Theoretical and applied bases of economic, ecological and technological functioning of energy objects. Kyiv: TOV «Nashformat», 2017. 312 p.

16. Яцишин Т.М. Аналіз рівня екологічної безпеки свердловин, що виведені з експлуатації *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2017. № 4(65). С. 26 -33.

17. Kokossis A.C., Thompson F., Das T. K. Life Cycle Engineering in the Oil and Gas Industries, with Reference to Hydrodesulphurization of GasOil. Submitted to Topical Conference: Sustainable Engineering, Paper 5 с, AIChE Annual Proceedings, Austin, TX. 2004. 36 p.

18. Гроза В.А., Антонів О.М. Екологічні аспекти експлуатації газової свердловини. *Наукоємні технології*. 2014. № 1(21). С. 125-130.

19. DSTU ISO 14001:2015 (ISO 14001:2015, IDT) Система екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування. Київ: БП «Укр НДНЦ». 2016. С.29.

References

1. Zahorskyi V.S. Ekolohichna polityka YeS i problemy formuvannya systemy ekolohichnoho upravlinnia v Ukraini. *Sots.-ek. problemy suchas. periodu Ukrainy*. 2014. No 3(107). P. 210-221.

2. Fedulova L.I. Menedzhmen torhanizatsii: pidruchnyk / za zah. red. L.I. Fedulovoi. K.: Lybid, 2003. 448 p.

3. Stratehiia derzhavnoi ekolohichnoi polityky Ukrainy na period do 2020 roku. URL: <http://old.menr.gov.ua/about/strategy>

4. Stremberh L.M. Informatsyonnaia tekhnolohyia analiza zhyznennoho tsykla i otsenky ekolohycheskoi bezopasnosti stroitelnykh obektov: avtoref. dys. ... kand. tekhn. nauk: spets: 11.00.11 «Okhrana okruzhaiushchei sredy i ratsyonalnoe ispolzovanie pryrodnykh resursov» / L.M. Stremberh. Moskva: MHSU, 2000.

5. DSTU ISO 14040:2013 Ekolohichne upravlinnia. Otsiniuvannya zhyttievoho tsyklu. Pryntsypy ta struktura (ISO 14040:2006, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=70997;

6. DSTU ISO 14041:2004. Ekolohycheskoe upravlyeniye. Otsenyvanye zhyznennoho tsykla. Opredelenyetsely y sfery primeneniya y analyzyrovanye inventaryzatsyy (ISO 14041:1998, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=51326

7. DSTU ISO/TR 14049:2004. Ekolohycheskoe upravlyeniye. Otsenyvanye zhyznennoho tsykla. Prymery prymeneniya ISO 14041 dlia opredeleniya tsely i sfery prymeneniya y analiz inventaryzatsyy (ISO/TR 14049:2000, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=51327

8. Berzina S.V., Yareskovskatain I.I. Systemy ekolohichnoho upravlinnia: suchasni tendentsii ta mizhnarodni standarty: posibnyk. K: Instytut ekolohichnoho upravlinnia ta zbalansovanoho pryrodokorystuvannya, 2017. 134 p.

9. Yatsyshyn T.M. Vybir kryteriiv systemy upravlinnia ekolohichnyimi ryzykamy pid chas sporudzhennia naftohazovykh sverdlovyn. *Rozvidka ta rozrobka naftovykh i hazovykh rodovyshch*. 2018. No 2(67). P. 31-40.

10. Yatsyshyn T.M. Analiz vplyvu na dovkillia zhyttievoho tsyклу naftohazovoi sverdlovy. *Modeliuvannia ta informatsiini tekhnologii*. 2017. No 81. P. 24 -31.
11. Meili C., Jungbluth N., Wenzel P. Life cycle inventories of long distance transport of crude oil. ESU-services Ltd. Commission ed by BFE, BAFU, Erdöl-Vereinigung, Schaffhausen, Switzerland. 2018. 24 p.
12. Yatsyshyn T.M. Analitichnyi ohliad metodiv otsinky zabrudnennia atmosfernoho povitria na naftohazovykh sverdlovykh. *Modeliuvannia ta informatsiini tekhnologii*. 2017. Vyp. 80. P. 61-70.
13. Chala N.V. Vplyv naftohazovydobuvnoho kompleksu na stan dovkillia. *Visnyk ZhNAEU*. 2013. No 1. Vol. 1. P. 293-299.
14. Khaustov A.P., Redyna M.M. Chrezvychainye sytuatsii i ekolohycheskaia bezopasnost v neftehazovom komplekse. URL: <http://docs.cntd.ru/document/499075302>
15. Artemchuk V.O., Bilan, T.R., Blinov I.V., Yatsyshyn T.M. Theoretical and applied bases of economic, ecological and technological functioning of energy objects. Kyiv: TOV «Nash format», 2017. 312 p.
16. Yatsyshyn T.M. Analiz rivnia ekolohichnoi bezpeky sverdlovykh, shcho vyvedeni z ekspluatatsii. *Rozvidka ta rozrobka naftovykh i hazovykh rodovyshch*. 2017. No 4(65). P. 26-33.
17. Kokossis A.C., Thompson F., Das T. K. Life Cycle Engineering in the Oil and Gas Industries, with Reference to Hydrodesulphurization of GasOil. Submitted to Topical Conference: Sustainable Engineering, Paper 5 c, AIChE Annual Proceedings, Austin, TX. 2004. 36 p.
18. Hroza V.A., Antoniv O.M. Ekolohichni aspekty ekspluatatsii hazovoi sverdlovy. *Naukoiemni tekhnologii*. 2014. No 1(21). P. 125-130.
19. DSTU ISO 14001:2015 (ISO 14001:2015, IDT) Systema ekolohichnoho upravlinnia. Vymohy ta nastanovy shchodo zastosuvannia. Kyiv BP «Ukr NDNTs». 2016. P. 29.