

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ У МЕХАТРОНІЦІ ТА РОБОТОТЕХНІЦІ

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМАТИКИ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ ДОВКІЛЛЯ ТА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTAL PARAMETERS MONITORING SYSTEM AND FUEL RESOURCES ENERGY CONSUMPTION

Друзюк В. М.¹, Бубела Т. З.¹, Костюк О. Ю.²

¹ кафедра інформаційно-вимірювальних технологій, Національний університет
«Львівська політехніка», Україна; e-mail: druzyuk-vn@utg.ua

² філія Управління магістральних газопроводів «Львівтрансгаз» Акціонерного товариства
«Укртрансгаз», Україна; e-mail: kostyuk-ou@utg.ua

<https://doi.org/10.23939/istcmtm2018.02.029>

Анотація. У зв'язку із посиленням законодавчих, державних та міжнародних вимог до охорони довкілля і необхідністю оптимізації енергоспоживання паливно-енергетичних ресурсів у газотранспортній системі України виникла необхідність комплексного, ґрунтового моніторингу довкілля та базової лінії енергоспоживання виробничих об'єктів газотранспортної системи України. Зокрема, в системі АТ «Укртрансгаз» у 2001 р. розпочато роботу над запровадженням та функціонуванням інтегрованої системи менеджменту на основі поєднання системи управління довкіллям ISO 14001 та системи енергетичного менеджменту ISO 50001. Важливими вважають створення моделі безперервного покращення процесів, оптимізацію енергоспоживання паливно-енергетичних ресурсів, їх раціональне використання і економію та, відповідно, зменшення впливу діяльності підприємства на довкілля та оптимізацію витрат на оподаткування, що пов'язано з декларуванням викидів забруднювальних речовини в атмосферне повітря від стаціонарних джерел.

Ключові слова: енергетичний менеджмент, базова лінія енергоспоживання, моніторинг довкілля, інтегрована система менеджменту.

Annotation. Strengthening the legislative and international requirements for environmental protection and the need to optimize the energy consumption in the gas transportation system of Ukraine, requires the comprehensive monitoring of the environment as well as the lowering the energy consumption of Ukrainian gas transportation production facilities. In particular, system of JSC «Ukrtransgas», 2001 has started the works in introduction an integrated management system based on a combination of environmental management system ISO 14001 and energy management systems ISO 50001. The development of unified approach on integration of the ecological and energy management systems is so urgent that the company has developed and approved strategy, which goals are the improvement of environmental and energy efficiency. Within the framework of integrated management system, the set of several international standards within a single system is developed and implemented. According to another definition, this system means a part of overall management system that meets the requirements of two or more standards which proceed simultaneously as a single entity. Currently the essence of combining and integrating the system of energy and ecological management ISO 50001: 2011 and ISO 14001: 2015 will allow find ways of optimal fuel and energy resources (natural gas) usage, reduce their environmental impact, form the energetic and environmental risks system.

Despite the mentioned significant achievements in the field of integration of ecological and energy management systems, the comprehensive approach to environmental monitoring and energy consumption at Ukrtransgas JSC systems is absent: there exists only an approach for planning and implementing the planned indicators, verification (internal audit) and possibilities to improve the planned activities, as well as initial analysis of financial indicators of energy consumption and environmental expenditures.

Key words: energy management, energy consumption, environmental monitoring, integrated management system.

Вступ

Інтегрована система менеджменту (далі ІСМ) – це сукупність кількох міжнародних стандартів у межах однієї системи. Відповідно до іншого визначення, під інтегрованою системою менеджменту розуміють частину загальної системи менеджменту організації, що відповідає вимогам двох чи більше стандартів на системи менеджменту, яка

функціонує як єдине ціле і спрямована на задоволення зацікавлених сторін.

Поєднання та інтеграція системи енергетичного та екологічного менеджменту ISO 50001: 2011 та ISO 14001: 2015 дадуть змогу знайти шляхи раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів (природного газу), запобігти їх витратам, зменшити екологічний вплив на довкілля

від планової діяльності, сформувавши систему ризиків, як енергетичних, так і екологічних, та оптимізувати видатки підприємства в частині оподаткування за забруднення довкілля та закупівлю паливно-енергетичних ресурсів для провадження планової діяльності.

Питання упровадження єдиного підходу до інтеграції системи екологічного та енергетичного менеджменту настільки актуальне, що в компанії АТ «Укртрансгаз» розроблено та затверджено стратегічні напрями та цілі у сфері екологічного та енергетичного менеджменту для підвищення екологічної та енергетичної результативності. Також в межах інтегрованої системи менеджменту у компанії розроблено та офіційно погоджено енергетичну та екологічну політику АТ «Укртрансгаз».

Попри такі істотні досягнення у сфері інтеграції систем екологічного та енергетичного менеджменту, все ще відсутній комплексний підхід до моніторингу довкілля та енергоспоживання на підприємствах системи АТ «Укртрансгаз», немає єдиного підходу до планування, виконання планових показників, перевірки (внутрішнього аудиту) та можливості покращення планової діяльності. Крім цього, аналіз фінансових показників енергоспоживання та оптимізації видатків на охорону довкілля здійснюється дуже поверхнево.

Недоліки

Інтегрована система менеджменту та вимоги міжнародних стандартів не враховують особливостей природоохоронного законодавства та законодавства у сфері енергетики та енергозбереження України. Здебільшого інтегрована система виконує іміджеву роль для підприємства, а не вирішує проблем аналізу та мінімізації впливу на довкілля процесу використання енергоносіїв. Крім цього, існує проблема неперервного моніторингу стану довкілля та базової лінії енергоспоживання підприємства.

Мета роботи

Метою роботи є формування засад створення моделі комплексного моніторингу довкілля та енергоспоживання, визначення екологічних та енергетичних ризиків для підприємства, забезпечення безперервного моніторингу екологічного навантаження на довкілля від енергоспоживання підприємства та аналіз ефективності функціонування інтегрованої системи менеджменту на основі ISO 50001: 2011 та ISO 14001: 2015.

Засади створення моделі комплексного моніторингу довкілля та енергоспоживання

Аналізуючи відомі сьогодні моделі інтегрованої системи менеджменту, треба виокремити

частину загальної системи менеджменту організації, що відповідає вимогам двох чи більше стандартів на системи менеджменту, яка функціонує як єдине ціле і спрямована на задоволення вимог зацікавлених сторін. У цьому випадку одними з основних нормативних документів, визнаних у світі, є стандарти серій ISO 9000 (менеджменту якості), ISO 14000 (екологічного менеджменту) й OHSAS 18000 (менеджменту безпеки та охорони праці). Для компанії АТ «Укртрансгаз» дуже істотним було впровадження та функціонування системи енергетичного менеджменту ISO 50001 [1]. Сьогодні ці чотири системи повинні стати основними у формуванні діяльності АТ «Укртрансгаз». Вони забезпечать системний підхід і дадуть змогу керувати цією діяльністю на системній основі. Інакше кажучи, інтегрована система менеджменту ґрунтується на моделі безперервного поліпшення процесів (цикл Шухарта–Демінга – PDCA). Пропонується побудова моделі відповідно до двох стандартів (рис. 1) ISO 14000 (екологічного менеджменту) та ISO 50001 системи енергетичного менеджменту [4]. Ця модель містить такі складові: **1. Планування (Plan):** встановлення екологічних та енергетичних цілей і процесів для досягнення екологічних та енергетичних цілей, планування діяльності з досягнення екологічних та енергетичних цілей і задоволення споживача, планування, виділення та розподіл енергетичних ресурсів та ресурсів для досягнення екологічних цілей. **2. Виконання (Do):** виконання запланованих робіт. **3. Перевірка (Check):** збирання інформації та контроль результативності на основі ключових енергетичних та екологічних показників, що є результатами виконання процесу, виявлення та аналізування причин відхилення. **4. Вплив (Act management, adjustment):** вживання заходів щодо усунення причин відхилення від запланованої енергетичної та екологічної результативності, управління змінами в плануванні та розподілі енергоносіїв та ресурсів для досягнення екологічних цілей.

Ця модель формується для застосування в роботі комплексу підземного зберігання газу Дашавського виробничого управління підземного зберігання газу (далі Дашавське ВУПЗГ) філії УМГ «Львівтрансгаз» АТ «Укртрансгаз» у вигляді споживання природного газу паливовикористовувальним обладнанням для підтримання базової енергетичної лінії та екологічного навантаження на довкілля у разі використання природного газу як палива.

6.1. Планування (Plan): встановлення екологічних та енергетичних цілей у Дашавському виробничому управлінні підземного зберігання газу (далі Дашавського ВУПЗГ) на 80 % ґрунтоване на плануванні споживання паливного газу під час роботи газоперекачувальних агрегатів ГПА-Ц-6,3, установки

осушування газу (далі УОГ), витрат на котли опалення, що є стаціонарними джерелами викидів та відповідно встановлення екологічних цілей із визначення обсягів викидів забруднювальних речовин (далі ЗР) в атмосферне повітря під час закачування та відбирання природного газу та планування впровадження енергозбережних заходів для досягнення поставлених цілей та покращення запланованої діяльності (див. рисунок).

Під час планування сезонних (сезон відбору) витрат природного газу на роботу обладнання, коштів на закупівлю природного газу на один цикл відбирання природного газу, встановлення валових викидів ЗР необхідно забезпечити такі вихідні дані:

– номінальну витрату паливного газу на роботу ГПА-Ц-6,3, установки осушування газу (працює

тільки у разі відбирання природного газу з підземного сховища), котлів опалення (не функціонують, коли працюють ГПА-Ц-6,3) (тис. м³/добу);

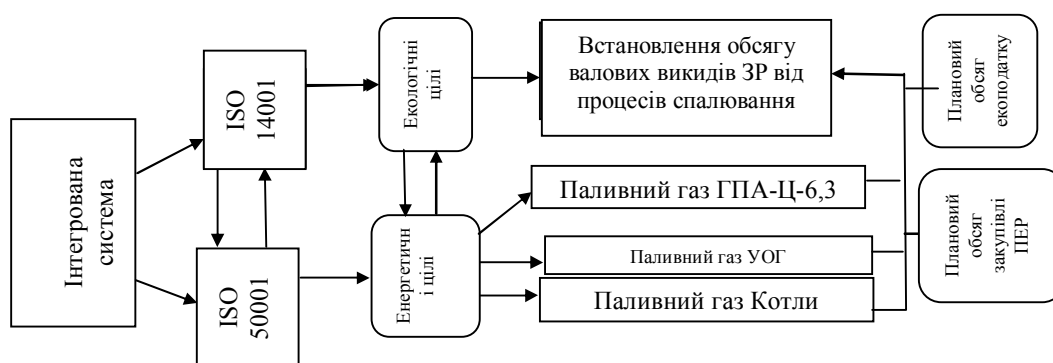
– обсяг відібраного природного газу за 1074429,00 тис. м³ за сезон відбору;

– час роботи технологічного обладнання, діб;

– вартість природного газу для промислових споживачів згідно із встановленими тарифами, тис. грн.;

– показники емісії забруднювальних речовин від кожного типу обладнання (згідно із затвердженою методикою);

– норматив збору за кожен вид забруднювальної речовини згідно з Податковим кодексом України, грн.



Модель інтегрованої системи менеджменту

Integrated Management System Model

Таблиця 1

Планові показники енергетичної та екологічної результативності за плановий період(сезон відбору природного газу) для забезпечення відбирання 1074429,00 тис. м³ природного газу з Дашавського підземного сховища газу

Table 1

Results of calculations of planned energy and environmental performance indicators for the planned period (natural gas selection season) to ensure the removal of 1074429.00 thousand m³ of natural gas from the Dashava underground gas storage facility

№ з/п	Назва технологічного обладнання	Номінальна витрата паливного газу, тис. м ³ /добу	Час роботи обладнання (t), діб	Споживання природного газу в плановому періоді, тис. м ³	Валовий викид, т		
					NO _x	CO	CO ₂
1	ГПА-Ц-6,3А один агрегат	41,592	45	1871,64	4,545	14,105	3602,907
2	ГПА-Ц-6,3А два агрегати	83,184	45	3743,28	9,090	28,211	7205,814
3	ГПА-Ц-6,3А чотири агрегати	166,368	14	2329,152	5,656	17,553	4483,618
4	Установка осушування газу (УОГ) два пальники	0,637	114	72,573	0,170	0,219	139,703
5	Котли опалення Unical Tristar 3G 730 2S	1,000	50	50,000	0,084	0,117	96,250
Разом у Дашавському ВУПЗГ:				8066,645	19,545	60,205	15528,292

Таблиця 2

**Планові обсяги фінансування енергетичних та екологічних витрат
у плановому періоді у Дашавському підземному сховищі газу**

Table 2

**Planned volumes of financing of energy and environmental costs in the planned
period of the Dashava underground gas storage facility**

№ з/п	Споживання природного газу в плановому періоді, тис. м ³	Витрати на закупівлю природного газу, тис. грн.	Витрати на сплату екологічного податку за забруднення атмосфери від стаціонарних джерел викиду, тис. грн.			Вартість природного газу, грн. за 1 тис. м ³
			NO _x	CO	CO ₂	
1.	8066,645	59725,440	47,905	55,611	63,667	7404,165

Таблиця 3

**Фактичне досягнення енергетичних цілей у плановому періоді
(сезон відбирання природного газу) в підземному сховищі газу**

Table 3

**Actual implementation of energy targets in the planned period
(natural gas withdrawal season) by Dashava underground gas storage facility**

Об'єкт	Тип обладнання	Котельня			Орієнтовна економія за місяць, тис. м ³	Площа опалювального приміщення, м ²		СІЧЕНЬ				
		Кількість обладнання (шт.)	Марка обладнання до заміни	Марка обладнання після заміни		Виробничого призначення (цеха, гаражі, адмін. будівлі, тощо.)	Не виробничого призначення (столові, сауни, будинки привідних, теплиці, тощо.)	План тис.м ²	Користування тис.м ²	Факт тис.м ²	Відхилення тис.м ²	%
2		3	4		10	11	17					
Дашавське ВУПЗГ	*	10	*	*	1,30	3 813,90	695,30	8 066,645				
Температура	*	*	*	*	*	*	*					
Відповідальний	*	*	*	*	*	*	*					
ГПА-Ц-6,3 станційні №1-6	апарат	6	ГПА-Ц-6,3	ГПА-Ц-6,3				7 944,07				
Установка осушки газу	паливник	2	УОГ	УОГ	1,00			72,573				
ДКС Дашава провідка:						3813,9:	695,3:					
БУДІВЛЯ ДУШОВОЇ							246,10					
АГДЕС (РЕЗЕРВНЕ)						29,00						
АКУМУЛЯТОРНА						55,70						
ПОВІТРЯНА						32,30						
КОТЕЛЬНЯ						70,10						
БУДІВЛЯ ЗАУЧКІВ						36,10						
Б.Б.УТИЛІЗ. НАС.						35,30						
Б.Б.ГОР.ВОД						35,40						
АНПУ-25						117,20						
КНС ПРОМ.						24,00						
КНС зосп.						16,80						
НАСОСНА ДЕГУ						267,70						
ІДАЛЬНЯ							449,20					
МАСЛОНАСОСНА						141,50						
РЕМ-БЛОК						148,70						
ВЕБ (старий)						542,00						
ВЕБ						314,20						
ПУНКТ ЗАМІРУ ГАЗУ						57,20						
ГРС						29,50						
ПРОХІДИНА						17,30						
СЕРБ						1 823,90						

Валові викиди (табл. 1) на плановий період (сезон відбирання) розраховані згідно з методикою «Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від основного та допоміжного обладнання газотранспортної мережі України», яку затвердив міністр охорони навколишнього природного середовища України 2.02.2004 р. [2].

$$E_i = 10^{-6} \times K_i \times Q \times B, \quad (1)$$

де E_i – викиди i -ї забруднювальної речовини в атмосферне повітря за плановий період; K_i – показник емісії i -ї забруднювальної речовини, г/ГДж; Q – нижча теплотворна здатність паливного газу (густина природного газу), прийнято 0,7 кг/м³; B – обсяг паливного газу в плановому періоді, т.

У плановий період для відбирання 1074429,00 тис. м³ необхідно запланувати 8066,645 тис. м³ паливного газу для планової діяльності. Це і буде базова енергетична лінія споживання

енергоносіїв. Витрати на закупівлю паливного газу за вартості 7404,165 грн. за 1 тис. м³ становитимуть 59725,440 тис. грн. (табл. 2). Враховуючи пункт 6 стандарту ДСТУ ISO 14001:2015 «Система екологічного управління». Вимоги та настанови щодо застосування [3], визначено суттєві екологічні аспекти. Для планової діяльності суттєвими визначено викиди забруднювальних речовин (NO_x, CO, CO₂) від стаціонарного обладнання. Відповідно планові обсяги викидів під час планової діяльності становитимуть: NO_x – 19,545 тонн, CO – 60,205 тонн, CO₂ – 15528,292 тонн.

6.2. Виконання (Do) – досягнення запланованих екологічних та енергетичних цілей забезпечується розробленням, упровадженням та підтриманням запланованої діяльності для забезпечення функціонування інтегрованої системи менеджменту Дашавського ВУПЗГ.

У цій моделі враховано всі режими роботи газоперекачувальних агрегатів, установки осушування газу та котлів опалення з урахуванням всіх опалюваних площ (табл. 3) та ведеться щодобовий моніторинг фактичного споживання природного газу (табл. 4).

Здійснюючи щодобовий моніторинг споживання природного газу, можна чітко простежити витрату природного газу, порівняти її з плановим показником та виконати коригувальні дії стосовно покращення або раціональнішого використання енергоносіїв та відхилення від планових показників у фізичних величинах та відсотковому відношенні (табл. 4).

На підставі щодобового моніторингу фактичного споживання природного газу в електронному вигляді виконують розрахунки фактичних щодобових валових викидів забруднювальних речовин від стаціонарного обладнання та розраховують розмір

екологічного податку за забруднення атмосфери Дашавським ВУПЗГ (табл. 5).

6.3. Перевірка (Check). Під час здійснення щодобового моніторингу обсягів витрат енергоносіїв та впливу Дашавського ВУПЗГ виникає необхідність кінцевого збирання, систематизації інформації та контролю результативності на основі ключових енергетичних та екологічних показників, отриманих за результатами виконання процесу, виявлення та аналізування причин відхилення. Одним із важливих елементів перевірки результативності інтегрованих енергетичних та екологічних показників згідно з ДСТУ ISO 14001:2015 [3] є внутрішній аудит, під час якого виявляють невідповідності, що призвели до відхилення від запланованих показників, та ліквідують їх за допомогою відповідних коригувальних дій.

Таблиця 4

Щодобовий моніторинг споживання енергоносіїв на енергетичному обладнанні Дашавського підземного сховища газу

Table 4

Daily monitoring of energy consumption of power equipment of Dashava underground gas storage facility

		СІЧЕНЬ																					
План тис.м ³	Кориювана тис.м ³	Факт тис.м ³	1	2	3	4	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Відхилен- ня тис.м ³	%
17																							
8 066,645																							
7 944,07																							
72,573																							
50,000																							

Таблиця 5

Щодобовий моніторинг викидів забруднювальних речовин та розмір екологічного збору за забруднення атмосфери Дашавським підземним сховищем газу

Table 5

Daily monitoring of emissions of pollutants and the size of the environmental charge for atmospheric pollution in the Dashava underground gas storage facility

Викиди забруднюючих речовин						
Код забр. речовини	Найменування забруднюючої речовини	КС ГПА-Ц-6,3А Д-336-2	УОГ	Котельні (промисло- ві)	Всього по підрозділу	Нарахування екологічного податку
04000	Сполуки азоту					
06000	Оксид вуглецю					
07000	Діоксид вуглецю					

Таблиця 6

План заходів щодо усунення невідповідностей

Table 6

Action plan for elimination of non-conformities

ПЛАН ЗАХОДІВ ЩОДО УСУНЕННЯ НЕВІДПОВІДНОСТЕЙ ЗГІДНО З АКТОМ ВНУТРІШНЬОГО АУДИТУ № ____ ВІД ____ 2018р.					
№ з/п	Зміст наданої невідповідності	Заходи, щодо усунення невідповідності	Термін виконання заходу		Посада та П.І.Б. відповідальної особи
			план	факт, П.І.Б. та підпис особи, що перевірила	
1	2	3	4	5	6

6.4. Вплив (Act management, adjustment) – після виявлення під час внутрішнього аудиту інтегрованої системи невідповідностей, що призвели до відхилення від планових показників енергетичної та екологічної результативності, вживають заходів для усунення причин відхилення від запланованої енергетичної та екологічної результативності (табл. 6), управління змінами в плануванні та розподілі енергоносіїв та ресурсів для досягнення екологічних та енергетичних цілей.

Результати й обговорення

Впровадження електронної моделі інтегрованої системи менеджменту на прикладі Дашавського ВУПЗГ забезпечує можливість ефективного планування енергоспоживання та контролю параметрів впливу на довкілля унаслідок планової діяльності підприємства, а також формування структури фінансових витрат на закупівлю енергоносіїв та оподаткування за забруднення довкілля згідно з чинним законодавством України. Також з урахуванням первинних даних стає можливим аналіз з боку керівництва відповідності фактичних обсягів енергетичних та екологічних показників до запланованих. В перспективі заплановано проаналізувати причини відхилення та невідповідності, що призвели до відхилень, та розробити заходи для досягнення енергетичних та екологічних цілей, найраціональнішого та найекономічнішого використання паливно-енергетичних ресурсів, зменшення екологічного навантаження на довкілля та відповідно оптимізації оподаткування за екологічне навантаження.

Висновки

Запропонована модель моніторингу дасть змогу здійснювати оперативний контроль та аналіз ефективності енергоспоживання та оцінити ступінь впливу на довкілля з боку Дашавського ВУПЗГ, постійно удосконалювати відбирання природного

газу, усуваючи виявлені чинники, через які не вдається досягти екологічних та енергетичних цілей.

Подяка

Автор висловлює вдячність колективу кафедри інформаційно-вимірювальних технологій Національного університету «Львівська політехніка» за надану допомогу та всебічне сприяння у підготовці статті.

Список літератури

1. *Управління якістю в освіті та промисловості: // Досвід, проблеми та перспективи: тези доповідей II міжнародної науково-практичної конференції. Львів, 28–30 травня 2015 року. С. 53–54.*
2. *Показники емсії (питомі викиди) забруднюючих речовин від основного та допоміжного обладнання газо-транспортної мережі України. – Київ, 2004. С. 5, 6, 8.*
3. *ДСТУ ISO 14001:2015 (ISO 14001:2015, IDT) Система екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування: вид. офіційне. – Київ: ДП «УкрНДНЦ» 2016. – С. 6–8, 12–22.*
4. *Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання (ISO 50001:2011, IDT). ДСТУ ISO 50001:2014: вид. офіційне / Мінекономрозвитку України, 2016. – С. 5–11.*

References

1. *Quality Management in Education and Industry: Experience, Problems and Prospects. Abstracts of the 2nd International Scientific and Practical Conference. Lviv, May 28–30, 2015. P. 53–54. (In Ukrainian).*
2. *Emission factors (specific emissions) of pollutants from the main and auxiliary equipment of the gas transmission network of Ukraine. Kyiv, 2004. P. 5, 6, 8. (In Ukrainian).*
3. *DSTU ISO 14001: 2015 (ISO 14001: 2015, IDT) Environmental management system. Requirements and guidelines for application. Official publication Kyiv, State Enterprise "UkrNDNC" 2016. P. 6–8, 12–22. (In Ukrainian).*
4. *Energy saving. Energy management systems. Requirements and usage guidelines (ISO 50001: 2011, IDT). DSTU ISO 50001: 2014. Edition is official. Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine, 2016. P. 5– 11. (In Ukrainian).*