

# 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., Бубела Т., Костюк О.*

*кафедра Інформаційно-вимірювальних технологій, Національний університет «Львівська політехніка», Україна;  
e-mail: [druzyuk-vn@utg.ua](mailto:druzyuk-vn@utg.ua)*

*філія Управління магістральних газопроводів «Львівтрансгаз» Акціонерного товариства «Укртрансгаз»,  
Україна; e-mail: [kostyuk-ou@utg.ua](mailto:kostyuk-ou@utg.ua)*

*Volodymyr Druzyuk, T. Bubela,*

*Lviv Polytechnic National University, Ukraine; e-mail: [druzyuk-vn@utg.ua](mailto:druzyuk-vn@utg.ua)*

*O. Kostyuk,*

*Lvivtransgaz Mainline Gas Pipelines Office of the JSC Ukrtransgaz, Ukraine; e-mail: [kostyuk-ou@utg.ua](mailto:kostyuk-ou@utg.ua)*

### Анотація

У зв'язку з посиленням законодавчих, державних та міжнародних вимог до охорони довкілля і необхідності оптимізації енергоспоживання паливно-енергетичних ресурсів в 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 році розпочата робота над запровадженням та функціонуванням інтегрованої системи менеджменту на базі поєднання системи управління довкіллям ISO 14001 та системи енергетичного менеджменту ISO 50001. Важливим при цьому вважається створення моделі безперервного покращення процесів, оптимізація енергоспоживання паливно-енергетичних ресурсів, їх раціональне використання і економія та, відповідно, зменшення впливу діяльності підприємства на довкілля та оптимізація витрат на оподаткування, пов'язане з декларування викидів забруднюючих речовини в атмосферне повітря від стаціонарних джерел.

### Abstract

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, JSC "Ukrtransgaz", 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 complex work with the set of several international standards is developed and implemented forming the certain system. The latter 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 allows define the ways of optimal fuel and energy resources (natural gas) usage, reduce their environmental impact, determine 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 Ukrtransgaz 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.

### Ключові слова

Енергетичний менеджмент, Базова лінія енергоспоживання, Моніторинг довкілля, Інтегрована система менеджменту.

### Keywords

Energy Management, Energy Consumption, Environmental Monitoring, Integrated Management System

### 1. Вступ

Інтегрована система менеджменту (далі - ІСМ) – це сукупність кількох міжнародних стандартів у рамках 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 дозволить знайти шляхи раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів (природного газу), запобігти їх перевитратам, зменшити екологічний вплив на довкілля від планової діяльності, сформувати систему ризиків, як енергетичних та екологічних та оптимізувати видатки підприємства в частині оподаткування за забруднення довкілля та закупівлю паливно-енергетичних ресурсів для провадження планової діяльності.

Питання впровадження єдиного підходу до інтеграції системи екологічного та енергетичного менеджменту настільки актуальне, що в компанії АТ «Укртрансгаз» розроблені та затверджені стратегічні напрямки та цілі у сфері екологічного та енергетичного менеджменту для поліпшення екологічної та енергетичної результативності. Також в рамках інтегрованої системи менеджменту у компанії розроблені та офіційно погоджені Енергетична та Екологічна політики АТ «Укртрансгаз».

При наявності таких суттєвих досягнень у сфері інтеграції систем екологічного та енергетичного менеджменту на сьогоднішній день відсутній комплексний підхід до моніторингу довкілля та енергоспоживання на підприємствах системи АТ «Укртрансгаз», немає єдиного підходу до планування, виконання планових показників, перевірки (внутрішній аудит) та можливості покращення планової діяльності. Крім цього, аналіз фінансових показників енергоспоживання та оптимізації видатків на охорону довкілля проводиться дуже поверхнево.

## 2. 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 проблематику аналізу та мінімізації впливу на довкілля процесу використання енергоносіїв. Крім цього, існує проблема неперервного моніторингу стану довкілля та базової лінії енергоспоживання підприємства.

## 3. Мета роботи

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

## 4. Засади створення моделі комплексного моніторингу довкілля та енергоспоживання

Аналізуючи відомі на сьогодні моделі інтегрованої системи менеджменту, слід 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 зацікавлених сторін. В даному випадку одними з найосновніших нормативних документів, визнаних у світі, є стандарти серій ISO 9000 (менеджменту якості), ISO 14000 (екологічного менеджменту) і OHSAS 18000 (менеджменту безпеки та охорони праці). При цьому, для компанії АТ «Укртрансгаз» дуже суттєвим було впровадження та функціонування системи енергетичного менеджменту ISO 50001 [1]. На сьогоднішній день ці чотири системи мають бути основними при формуванні діяльності АТ «Укртрансгаз». Вони мають системний підхід і дозволяють керувати цією діяльністю на системній основі. Іншими словами інтегрована система менеджменту базується на моделі безперервного поліпшення процесів (цикл Шухарта-Демінга - PDCA). Пропонується побудова моделі в розрізі двох стандартів (рис. 1) ISO 14000 (екологічного менеджменту) та ISO 50001 системи енергетичного менеджменту [4]. Дана модель містить наступні складові: **1. Планування (Plan):** встановлення екологічних та енергетичних цілей і процесів для досягнення екологічних та енергетичних цілей, планування діяльності по досягненню 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):** збір інформації та контроль результативності на основі ключових енергетичних та екологічних показників, що є результатами виконання процесу, виявлення та аналізування причин відхилення. **4. Вплив (Act управління, коректування):** прийняття заходів щодо усунення причин відхилення від запланованої енергетичної та екологічної результативності, управління змінами в плануванні та розподілі енергоносіїв та ресурсів для досягнення екологічних цілей.

Дана модель формується з метою її 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 паливовикористовуючим обладнанням для проведення базової енергетичної лінії та екологічне навантаження на довкілля при використанні природного газу, як палива.

**6.1. Планування (Plan):** встановлення екологічних та енергетичних цілей в Дашавському виробничому управлінні підземного зберігання газу (далі Дашавського ВУПЗГ) на 80% базується на плануванні споживання паливного газу на роботу газоперекачуючих агрегатів ГПА-Ц-6,3, установки осушування газу (далі УОГ), витрати на котли опалення, які являються стаціонарними джерелами викидів та відповідно встановлення екологічних цілей по встановленню обсягів викидів забруднюючих речовин (далі ЗР) в атмосферне повітря в процесі закачування та відбирання природного газу та планування впровадження енергозберігаючих заходів для досягнення встановлених цілей та покращення запланованої діяльності (рис. 1).

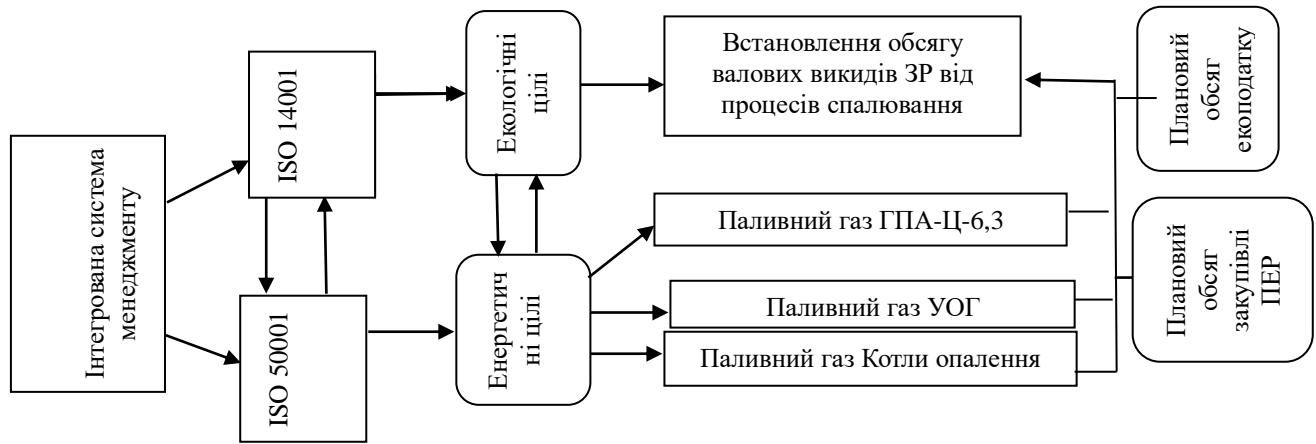


Рисунок 1. Модель інтегрованої системи менеджменту  
Figure 1. Integrated Management System Model

При плануванні 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 при відбиранні природного газу з підземного сховища), котлів опалення (не працюють при працюючих ГПА-Ц-6,3) (тис.м<sup>3</sup>/добу);
- Обсяг відібраного природного газу за 1074429,00 тис.м<sup>3</sup> за сезон відбору;
- Час роботи технологічного обладнання (діб);
- Вартість природного газу для промислових споживачів згідно встановлених тарифів (тис.грн.);
- Показники емісії забруднюючих речовин від кожного типу обладнання (згідно затвердженої методики);
- Норматив збору за кожен вид забруднюючої речовини згідно Податкового Кодексу України (грн.);

Таблиця 1. Результати розрахунків планових показників енергетичної та екологічної результативності за плановий період(сезон відбору природного газу) для забезпечення відбирання 1074429,00 тис.м<sup>3</sup> 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

№ п/п	Найменування технологічного обладнання	Номінальна витрата паливного газу (тис.м <sup>3</sup> /добу)	Час роботи обладнання (t) діб	Споживання природного газу у плановому періоді (тис.м <sup>3</sup> )	Валовий викид (тон)		
					NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8

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 осушки 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
<b>Всього по Дашавському ВУПЗГ:</b>				<b>8066,645</b>	<b>19,545</b>	<b>60,205</b>	<b>15528,292</b>

Валові викиди (табл.1) на плановий період (сезон відбирання) розраховані згідно методики Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від основного та допоміжного обладнання газотранспортної мережі України затверджені Міністром охорони навколишнього природного середовища України від 02.02.2004р [2] .

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

де  $E_i$  – викиди  $i$ -тої забруднюючої речовини в атмосферне повітря за плановий період;  $K_i$  – показник емісії  $i$ -тої забруднюючої речовини, г/ГДж;  $Q$  – нижча теплотворна здатність паливного газу (густина природного газу) прийнята 0,7 кг/м<sup>3</sup>;  $B$  – обсяг паливного газу у плановому періоді т.

Таблиця 2. Планові обсяги фінансування енергетичних та екологічних витрат в плановому періоді по 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

№ п/п	Споживання природного газу у плановому періоді (тис.м3)	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 1тис.м <sup>3</sup> )
			NOx	CO	CO <sub>2</sub>	
1.	8066,645	59725,440	47,905	55,611	63,667	7404,165

В плановий період для відбирання 1074429,00 тис.м<sup>3</sup> необхідно запланувати 8066,645 тис.м<sup>3</sup> паливного газу для планової діяльності це і буде базова енергетична лінія споживання енергоносіїв. Витрати на закупівлю паливного газу при вартості 7404,165 грн. за 1тис.м<sup>3</sup> становитимуть 59725,440 тис. грн. (табл.2) Враховуючи пункт 6 стандарту ДСТУ ISO 14001:2015 Система екологічного управління Вимоги та настанови щодо застосування [3], визначені суттєві екологічні аспекти. В процесі планової діяльності суттєвими визначені викиди забруднюючих речовин (NOx, CO, CO<sub>2</sub>) від стаціонарного обладнання. Відповідно планові обсяги викидів при здійсненні планової діяльності становитимуть: NOx – 19,545 тон, CO– 60 ,205 тон, CO<sub>2</sub> – 15528,292 тон.

**6.2. Виконання (Do)** – виконання запланованих екологічних та енергетичних цілей виконується шляхом розробки, впровадження та підтримування запланованої діяльності для забезпечення функціонування інтегрованої системи менеджменту Дашавського ВУПЗГ.

Таблиця 3. Фактичне виконання енергетичних цілей в плановому періоді (сезон відбирання природного газу) по 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. м3	Площа опалювального приміщення, м2		СІЧЕНЬ				
		Кількість обладнання (шт.)	Марка обладнання до заміни	Марка обладнання після заміни		Виробничого призначення (цехи, гаражі, адмін. будівлі, тощо.)	Не виробничого призначення (столові, сауни, будинки приїжджих, теплиці, тощо.)	План тис.м³	Користування тис.м³	Факт тис.м³	Відхилення тис.м³	%
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	агрегат	6	ГПА-Ц-6,3	ГПА-Ц-6,3				7 944,07				
Установка осушки газу	пальник	2	УОГ	УОГ	1,00							
ДКС Дашава прощадка:						3813,9:	695,3:					
Будівля душової							246,10					
АГДЕС (РЕЗЕРВНЕ)						29,00						
АКУМУЛЯТОРНА						55,70						
ПОВПРЕДУВКА						32,30						
КОТЕЛЬНЯ						70,10						
Будівля загонів						56,10						
БЕ УТИЛІЗ. НАС.						35,30						
БЕТОР.ВОД						35,40						
АНТУ-25						117,20						
КНС ПРОМ.						24,00						
КНС госп.						16,80						
НАСОСНА ДЕГУ						267,70						
ЦДАЛЬНА							449,20					
МАСЛО НАСОСНА						141,50						
РЕМ-БЛОК						148,70						
ВЕБ (старий)						542,00						
ВЕБ						314,20						
ПУНКТ ЗАМІРУ ГАЗУ						57,20						
ГРС						29,50						
ПРОХІДНА						17,30						
СЕРБ						1 823,90						

При цьому у даній моделі враховуються всі режими роботи газоперекачуючих агрегатів, установки осушки газу та котлів опалення з урахуванням всіх опалювальних площ (табл.3) та ведеться щодобовий моніторинг фактичного споживання природного газу (табл.4).

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

РАХУНОК																							
СІЧЕНЬ																							
План тис.м³	Користування тис.м³	Факт тис.м³	1	2	3	4	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Відхилення тис.м³	%
17																							
8 066,645																							
7 944,07																							
72,573																							
50,000																							

При виконанні щодобового моніторингу споживання природного газу чітко можна прослідкувати витрату природного газу, порівняти її з плановим показником та провести коригувальні дії стосовно покращення або більш раціонального 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 проводяться розрахунки фактичних щодобових валових викидів забруднюючих речовин від стаціонарного обладнання та розраховується розмір екологічного податку за забруднення атмосфери Дашавським ВУПЗГ (табл.5).

Таблиця 5. Щодобовий моніторинг викидів забруднюючих 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					

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

**6.4. Вплив (Act управління, коригування)** – після виявлення під час внутрішнього аудиту інтегрованої системи невідповідностей, що призвели до відхилення від планових показників енергетичної та екологічної результативності, приймаються заходи щодо 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.

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

## 5. Результати і обговорення

Впровадження електронної моделі інтегрованої системи менеджменту на прикладі Дашавського ВУПЗГ створює можливість ефективного планування енергоспоживання та контролю параметрів впливу на довкілля від планової діяльності підприємства, а також формування структури фінансових витрат на закупівлю енергоносіїв та оподаткування за забруднення довкілля згідно чинного законодавства України. Також при врахуванні первинних даних стає можливим аналіз з боку керівництва відповідності фактичних обсягів енергетичних та екологічних показників до запланованих. В перспективі планується проаналізувати причини відхилення та невідповідності, що призвели до відхилень та розроблення заходів для досягнення енергетичних та екологічних цілей, найбільш раціонального та економного використання паливно-енергетичних ресурсів, зменшення екологічного навантаження на довкілля та відповідно оптимізація оподаткування за екологічне навантаження.

## 6. Висновки

Запропонована модель моніторингу дозволить проводити оперативний контроль та аналіз ефективності енергоспоживання та оцінити ступінь впливу на довкілля з боку Дашавського ВУПЗГ, проводити постійне покращення процесу відбирання природного газу шляхом усунення виявлених чинників, які не дозволяють досягти екологічних та енергетичних цілей.

## Подяка

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

## Література

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 емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від основного та допоміжного обладнання газотранспортної 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. Видання 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. Видання офіційне. Мінекономрозвитку України, 2016, с. 5-9,10,11.

## References

- [1] V. Druziuk, “Quality Management in Education and Industry: Experience, Problems and Prospects”, in *Thesis 2<sup>nd</sup> Int Sc. Pract. Conf.*, Lviv, Ukraine, May 28-30, 2015, pp.53-54.
- [2] *Emission factors (specific emissions) of pollutants from the main and auxiliary equipment of the gas transmission network of Ukraine*, Kyiv, Ukraine, p.5-8, (in Ukrainian), 2004.
- [3] ISO 14001:2015, IDT. Environmental management system - Requirements and guidelines for application, [On-line]. Available: <https://www.iso.org/standard/60857.html>.
- [4] Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine. DSTU ISO 50001: 2014. (ISO 50001: 2011, IDT). Energy saving. Energy management systems. Requirements and usage guidelines, 2016.