

## ОСНОВНІ ЧИННИКИ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ ТА РОЛЬ УПРАВЛІНСЬКИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЇХ ЗМЕНШЕННЯ

*І.В. Рибіцький<sup>1</sup>, В.І. Трофімчук<sup>2</sup>, М.О. Карпаш<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 547002,  
e-mail: mkarpush@nung.edu.ua

<sup>2</sup>ПАТ «Черкаситрансгаз»; м. Черкаси, вул. Сумгайтська, 3, тел. (0472)451510,  
e-mail: c-office@utg.ua

*Розглянуто основні причини високої енергоємності газотранспортної системи України (ГТС) та основні чинники, які на неї впливають. Проведено аналіз управлінських заходів з позиції їх впливу на енергоефективність роботи ГТС. Доведено можливість зменшення енергоємності ГТС шляхом переходу від традиційних техніко-економічних заходів до організаційних методів.*

Ключові слова: енергоємність, газотранспортна система, енергетична базова лінія, енергоменеджмент.

*Rассмотрены основные причины высокой энергоёмкости газотранспортной системы Украины (ГТС) и основные факторы влияния на нее. Проведен анализ управленческих мероприятий с позиции их влияния на энергоэффективность работы ГТС. Доказана возможность уменьшения энергоёмкости ГТС путем перехода от традиционных технико-экономических мероприятий к организационным методам.*

Ключевые слова: энергоёмкость, газотранспортная система, энергетическая базовая линия, энергоменеджмент.

*The main reasons for the high energy intensity of Ukraine's gas transport system (GTS) and the main factors that affect it are considered. The analysis of management activities in terms of their influence on the energy efficiency of the GTS operation is carried out. The possibility of reducing the energy intensity of the GTS by the transition from the traditional technical and economic measures to organizational methods is justified.*

Key words: energy intensity, gas transport system, energy basic line, energy management.

### Вступ

Впродовж останніх двох десятиліть українська економіка займає перше місце у світі за інтенсивністю використання енергії на одиницю ВВП, при незмінному паритеті купівельної спроможності [1]. Це означає, що на виготовлення одиниці продукції в Україні затрачається найбільше енергоносіїв у порівнянні з іншими країнами світу (рис. 1). Зрозуміло, що така модель економіки не зможе бути конкурентоспроможною в умовах ринкової економіки.

### Виклад основного матеріалу

Енергозатратна економіка є наслідком не стільки застарілого, енергетично неефективного обладнання, а, насамперед, застарілої системи керування. Впровадження нових системних підходів до керування енергоефективністю дасть можливість виявити місця втрат енергоресурсів та вчасно їх ліквідувати.

Найбільш енергоємними галузями української економіки за формою державного статистичного спостереження 11-МТП є:

- виробництво електроенергії ТЕС та ТЕЦ;
- металургія;
- побутовий сектор (виробництво теплоенергії котельнями).

До п'ятірки найбільш енергоємних виробництв входить діяльність трубопровідного транспорту із транспортування природного газу, яка займає близько 2% від всього споживання енергоресурсів [3].

Публічне акціонерне товариство "Укртрансгаз" створене відповідно до розпорядження Кабінету Міністрів України "Про реорганізацію дочірніх компаній Національної акціонерної компанії "Нафтогаз України" від 13.06.2012 №360-р, основними завданнями якого є транспортування газу магістральними трубопроводами споживачам країн Європи і внутрішнім споживачам України та зберігання газу у підземних сховищах газу [4].

На сьогодні ГТС України є однією з найбільших і найпотужніших ГТС в Європі і включає понад 35 тис.км газопроводів (20,6 – магістральних газопроводів, 12,6 – газопроводів-відводів). Її пропускна здатність становить 304 млрд.куб.м/рік газу на вході і 145,8 млрд.куб.м/рік на виході. З огляду на вищесказане, особливої актуальності набуває питання енергоефективної та безпечної експлуатації ГТС, а також забезпечення безперервності постачання природного газу споживачам, при якому менших витратах енергетичних ресурсів на цей процес [5]. Основні характеристики газотранспортної системи України зведено у таблиці 1.

Основною метою статті є визначення основних причин високої енергоємності ГТС України та відображення величезного потенціалу стосовно зменшення енергоємності виробництва у порівнянні з іншими країнами. Автор звертає увагу та пропонує змінити напрямку концентрації основних зусиль щодо

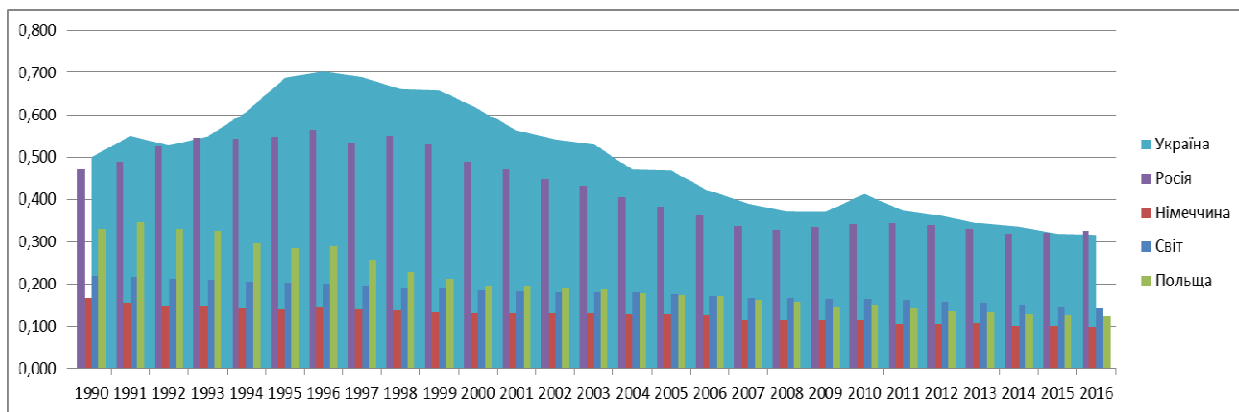


Рисунок 1 – Інтенсивність використання енергії на одиницю ВВП при постійному паритеті купівельної спроможності деяких країн світу у період 1990-2016 рр.

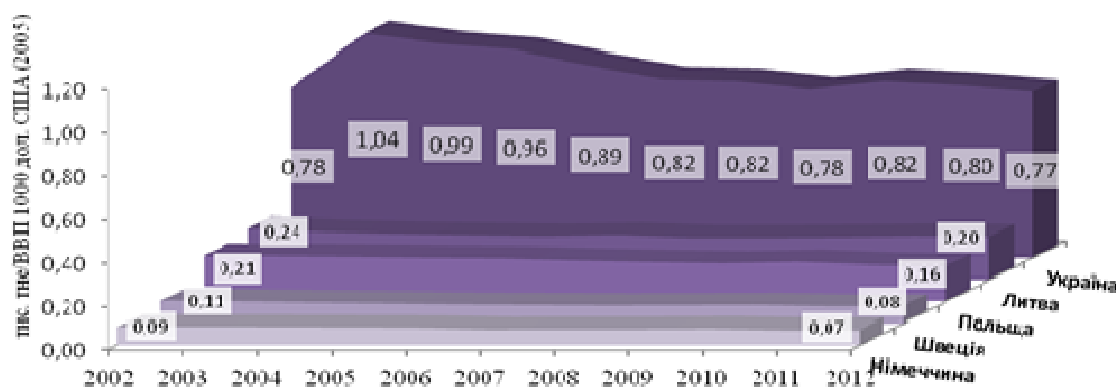


Рисунок 2 – Динаміка кінцевої енергоємності за деякими країнами світу у період 2002-2012 рр.

Таблиця 1 – Характеристика газотранспортної системи ПАТ "Укртрансгаз"

№ з/п	Параметри газотранспортної системи	Од. виміру	Кількість
1	Довжина газопроводів, всього у т.ч.:	км	35 576,426
	<i>магістральних газопроводів</i>	км	20 636,721
	<i>магістральних газопроводів-відводів</i>	км	12 611,912
	<i>розподільних газопроводів</i>	км	2 327,793
2	Продуктивність газотранспортної системи:		
	<i>на вході від суміжних газотранспортних систем</i>	млрд. м <sup>3</sup> /рік	304,0
	<i>на виході до суміжних газотранспортних систем</i>	млрд. м <sup>3</sup> /рік	145,8
3	Кількість компресорних станцій	шт.	73
4	Кількість газоперекачувальних агрегатів	шт.	705
5	Потужність компресорних станцій	МВт.	5496
6	Кількість підземних сховищ газу (ПСГ)	шт.	12
7	Проектний активний об'єм ПСГ	млрд. м <sup>3</sup>	30,95

зменшення енергоємності виробництва від вартісних техніко-економічних [3, 6,7] до організаційних методів, визначених у міжнародних стандартах ISO у сфері енергоефективності та ризик менеджменту (ISO 50001, ISO 50002, ISO 50004, ISO 50006, ISO 31010).

Україна після розпаду Радянського Союзу разом із енергоємною економікою отримала у спадок і адміністративну (ієрархічну) систему управління, яка вже на той час була неефектив-

ність, тоді як Японія, США, країни західної Європи впроваджували горизонтальні системи управління, у нас розвивались вертикальні системи [8]. Всі успішні компанії цих країн (Toyota, Nokia, AMAZON, APLE, Microsoft) мають спільну рису – в них впроваджені та функціонують системи керування за міжнародними стандартами і водночас не існує жодної неуспішної компанії, в якій би функціонували дані системи керування.

Менеджмент, як наука, об'єднує в собі специфічні механізми прикладного впровадження знань з інших наук для успішного розвитку та функціонування підприємств. Застосування принципів сучасного менеджменту, як побудова системи керування на циклі Шухарта – Демінга, процесному та ризикорієнтованому підходах [9], виводять вітчизняну систему керування на принципово новий рівень розвитку.

У більшості праць вітчизняних авторів закладені підходи до економії паливо-енергетичних ресурсів на так званих техніко-економічних методах оптимізації енергозатрат. Такі методи є, в свою чергу, найбільш масштабними та капіталомісткими. При їх реалізації можливо отримати миттєвий ефект у вигляді зниження енергоємності виробництва, зменшення викидів парникових газів, підвищення надійності обладнання і т.д., проте не завжди такі методи є виправданими, і, як наслідок, економічно доцільними. На думку авторів, у поняття сучасного енергозбереження при здійсненні заходів із економії паливо-енергетичних ресурсів (ПЕР) потрібно вводити поняття “економічний ефект енергоощадності”.

**Енергозбереження** – це діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна), яка спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної, перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів в національному господарстві, яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів [10].

**Економічний ефект енергоощадності** – система вартісних показників, що відображають прибутковість (чи збитковість) заходів щодо енергоощадності [11].

Тобто, будь який успішний захід, спрямований на зменшення енергоємності продукції, буде енергозберігаючим, але не завжди він буде економічно ефективним [12].

Наведемо приклад. Під час проведення ремонту будівлі було вирішено провести утеплення фасаду. Чи будуть ці роботи енергозберігаючі? Звичайно. А от чи будуть вони економічно ефективними залежить від ряду факторів.

Якщо розглядати цегляну будівлю товщиною стіни 50-60 см, ефект від такого утеплення буде незначним, відношення отриманого ефекту до затрачених ресурсів буде низьким. Окупність такого проекту може розтягнутись на десятки, а інколи і сотню років. За цей проміжок часу виникне потреба провести новий ремонт фасаду або збудувати нову будівлю. Тому на сьогодні поняття енергозбереження є недостатнім для планування та впровадження заходів із зменшення енергоємності виробництва.

Якщо розглядати техніко-економічні заходи із енергозбереження у ПАТ «Укртрансгаз», то найдієвішим заходом вважатиметься заміна застарілого парку ГПА на новий більш енергоефективний (на сьогодні середній строк експлуатації ГПА в компанії становить близько 30 років). Але виконання цього заходу потребує неімовірних капіталовкладень, що співрозмірні із

20% державного бюджету України. Звичайно, таких коштів у компанії не має. Крім того, чи такий захід був би економічно неефективним з точки зору економічного ефекту енергоощадності? Окупність такого заходу розтягнеться на десятки років, навіть з урахуванням економії паливного газу, зменшення викидів CO і NOx в атмосферу та збільшення міжремонтного інтервалу турбін. Заміна основного енергоспоживачого обладнання в компанії на сьогодні здійснюється не з метою економії ПЕР, а для заміни фізично та морально застарілого обладнання. В даному випадку енергоефективність – позитивний «побічний ефект» від заміни, а не цілеспрямований енергозберігаючий захід.

Всі системи управління скеровані на боротьбу із втратами. Наприклад, систему управління якістю скеровано на боротьбу із втратами під час виконання процесів та з випуском бракованої продукції (неякісному наданню послуг); систему гігієни та безпеки праці – на боротьбу із недопущенням травматизму персоналу й виникненням аварійних та надзвичайних ситуацій; система енергоменеджменту – на зменшення втрат у сфері використання енерго-ресурсів.

Система керування енергоменеджменту – це відхід від традиційного уявлення, що висока енергоємність продукції – це лише технічна проблема, яка вимагає винятково технічного рішення. В більшості випадків це зовсім не так. На думку Марко Маттеїні (Marco Matteini), що представляє Організацію ООН з промислового розвитку (United Nations Industrial Development Organization, UNIDO), енергоефективність у сучасній промисловості досягається здебільшого не за рахунок впровадження нових енергозберігаючих технологій, а зміною методів і способів управління.

Тому введення поняття економічної ефективності у планування заходів із енергозбереження – важливий крок на шляху до зменшення енергоємності виробництва [7].

На сьогодні запорукою успішності компанії є не стільки матеріально сировинна база, як сама система керування, і персонал, що її впроваджує. Компетентний та вмотивований персонал є рушійною силою на шляху розвитку компанії.

У ПАТ «Укртрансгаз» впровадження систем управління має вирішальне значення. Основною задачею компанії є безперебійне транспортування природного газу споживачам України та Європи. Газотранспортну систему України було спроектовано на завантаження понад 180 млрд. м<sup>3</sup>. Але, починаючи з 2009 року, у зв'язку диверсифікацією потоків газу за межами України (Північний потік), зменшенням країнами Європи споживання російського газу (будівництво LNG терміналів для імпорту скрапленого газу, збільшення обсягів споживання норвезького газу), завантаженість ГТС України впала до рекордно малих об'ємів (рисунк 3). Компанії на сьогодні потрібно протистояти не тільки викликам у роботі при нерівномірному (не проектному) завантаженні ГТС,

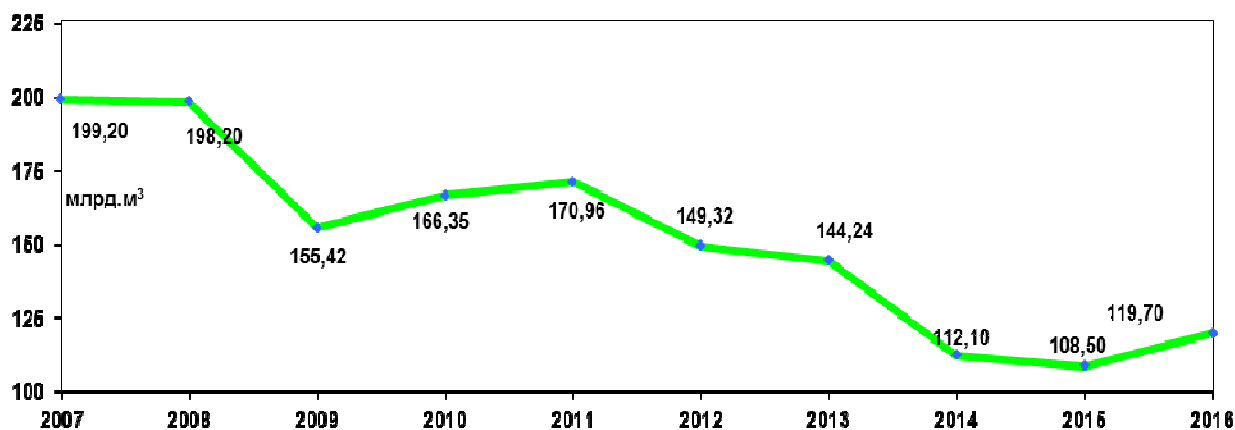


Рисунок 3 – Завантаженість ГТС України з 2007р по 2016р.

Таблиця 2 – Аналіз кількості витрати енергоресурсів при компримуванні природного газу до загальної витрати енергії за 2010-2016рр.

Вид спожитої енергії	Календарний рік						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Всього спожито т.у.п енергії	3884741,60	3895265,86	2373541,32	2724635,18	1771655,67	1464783,31	1909385,24
Т.у.п. енергії на роботу ГПА	2997752,16	3009577,39	1951670,97	2280381,45	1522166,94	1249529,24	1623912,41
%	77,2	77,3	82,2	83,7	85,9	85,3	85,0

але й суттєво зменшувати енергоємність виробництва через постійне зростання цін на вуглеводні.

У 2012 році ПАТ «Укртрансгаз» взяло курс на зміну підходів до управління процесами енергоефективності і в 2013 році, одним із перших в країні, успішно пройшло європейську сертифікацію системи енергетичного менеджменту (СЕНМ) в сфері надання послуг з транспортування і зберігання природного газу відповідно до вимог ISO 50001:2011.

Впровадження згаданої системи дало можливість:

1) визначити суттєвих споживачів енергоресурсів;

2) ввести поняття енергетичного планування;

3) призначити представника керівництва та групу із впровадження та функціонування СЕНМ;

4) визначити бази енергоспоживання та встановити енергетичні цілі;

5) впровадити процедуру здійснення закупівель енергоспоживаючого обладнання з точки зору енергоефективності.

Впровадження перелічених заходів дало змогу провести масштабну роботу щодо встановлення лімітів енергоспоживання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) та контролю за ними та визначити доцільність опалення деяких будівель і споруд, встановити моніторинг за роботою котелень та підігрівачів газу на газорозподільчих станціях (ГРС), впровадити систему постійного моніторингу за вибором най-

більш економічного режиму транспортування газу. А також впроваджено показники енергоефективності [12] в сфері енергозбереження, шляхом аналізу виконання плану економії ПЕР за відповідний період.

Підвищення енергоефективності дає змогу компаніям долати тиск, який на них чинить залежність від енергоресурсів, вирішувати питання ненадійності енергопостачання, нерівності, високих цін і рахунків за енергоресурси, а також екологічної шкоди і збитків здоров'ю. Власники підприємств і менеджери також розуміють, що енергоефективність — це ключ до конкурентоспроможності компанії на відкритому ринку.

Для визначення крупних споживачів енергоресурсів встановлено критерій значного споживання енергії у відсотковому відношенні від спожитої енергії, що становить понад 80% [13]. Проаналізувавши дані (рис. 4 та 5), можна зробити висновок, що найбільш енергомістким видом діяльності у ПАТ «Укртрансгаз» є транспортування газу магістральними газопроводами, на яке витрачається понад 80% обсягів паливно-енергетичних ресурсів. Проаналізувавши дані у таблиці 2, слід звернути увагу на те, що значними споживачами енергоресурсів є газоперекачуючі агрегати (ГПА).

На кожного крупного споживача енергоресурсів встановлено базову лінію на основі результатів первісного енергетичного аналізу витрати енергії при транспортуванні природного газу. Енергетична базова лінія є математичною моделлю, що дає змогу проводити аналіз та по-



**Рисунок 4 – Питомий коефіцієнт залежності використання енергії для транспортування природного газу 2010-2016рр.**

рівняння очікуваного (нормованого) енергоспоживання з фактичним за визначений період часу.

За метод реєстрації енергетичного базису обрано нелінійну регресійну автоматизовану модель розрахунку потреби у паливно-енергетичних ресурсах, яка реалізована у програмному комплексі «Експерт».

Основою розрахунку базового рівня енергоспоживання є фактична залежність питомих витрат ПЕР від номінальної потужності (продуктивності) ГПА, що визначається за паспортними даними та результатами випробувань агрегатів після ремонтів та обслуговування (нелінійна регресивна залежність).

Впровадження цих механізмів дало можливість суттєво скоротити енергоємність виробництва (рис. 3, 4, 5).

За допомогою механізмів, визначених в стандарті ISO 50001:2011, таких як енергетичне планування, енергетичний аналіз, управління енергетичними операціями, енергетична база лінія було впроваджено нові підходи до використання енергоресурсів.

Основними кроками на шляху до зменшення енергоємності виробництва вбачаємо перехід до вимірювання досяжної енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності крупних споживачів енергоресурсів за питомими показниками відношення використання паливного газу до виконаної корисної роботи. Використання даного енергетичного базису не тільки дасть можливість оптимізувати режими роботи газотранспортної системи, а й у подальшому стане передумовою для переходу ре-

монту обладнання ГПА від напрацювання до ремонту за фактичним технічним станом обладнання [14].

На сьогодні ефективне використання енергоресурсів є найбільш важливим та економічно доцільним, але, водночас, найменш використовуваним і зрозумілим способом підвищення як рівня життя кожного, так і життя в умовах збереження довкілля. Недостатньо дослідженими і задіяними принципами енергоефективності є в напрямі підвищення прибутковості підприємств.

Загалом підвищення енергоефективності призводить до зниження витрат на енергоносії, підвищення рентабельності, покращення якості продукції, зростання конкурентоспроможності та вартості компанії, й загалом – створення позитивного іміджу компанії.

### Висновки

На основі проведеного аналізу було встановлено, що українська економіка займає перше місце у світі за інтенсивністю використання енергії на одиницю ВВП, а ПАТ «Укртрансгаз» входить до п'ятірки найбільш енергоємних виробництв країни.

Авторами визначено основні характеристики ГТС України, що впливають на її енергоємність.

На думку авторів, до поняття сучасного енергозбереження при здійсненні заходів із економії паливно-енергетичних ресурсів потрібно вводити поняття «економічний ефект енергоощадності.»

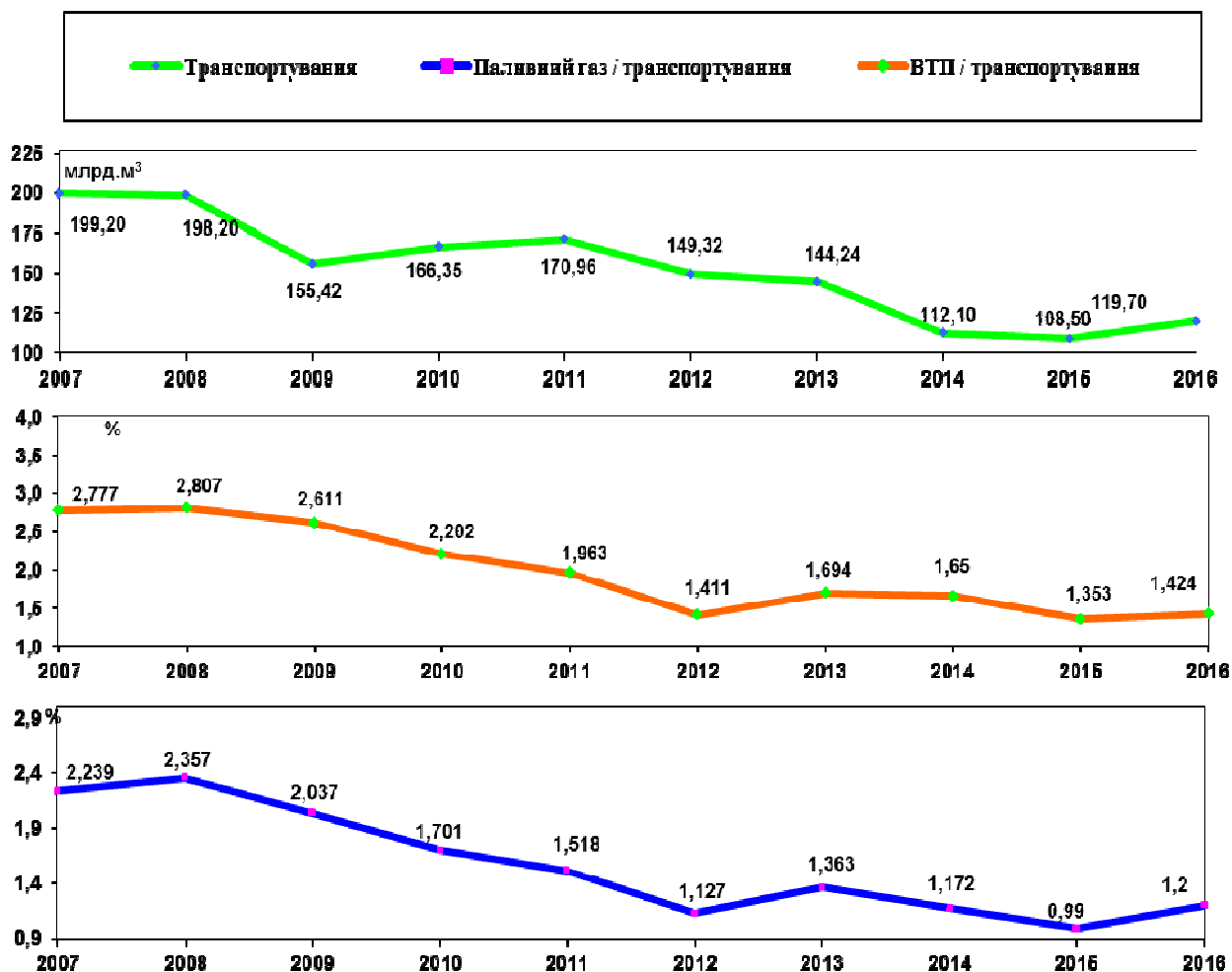


Рисунок 5 – Витрати газу на ВТП<sup>1</sup> ПАТ “Укртрансгаз” за 2007-2016 рр. в % від транспортування газу

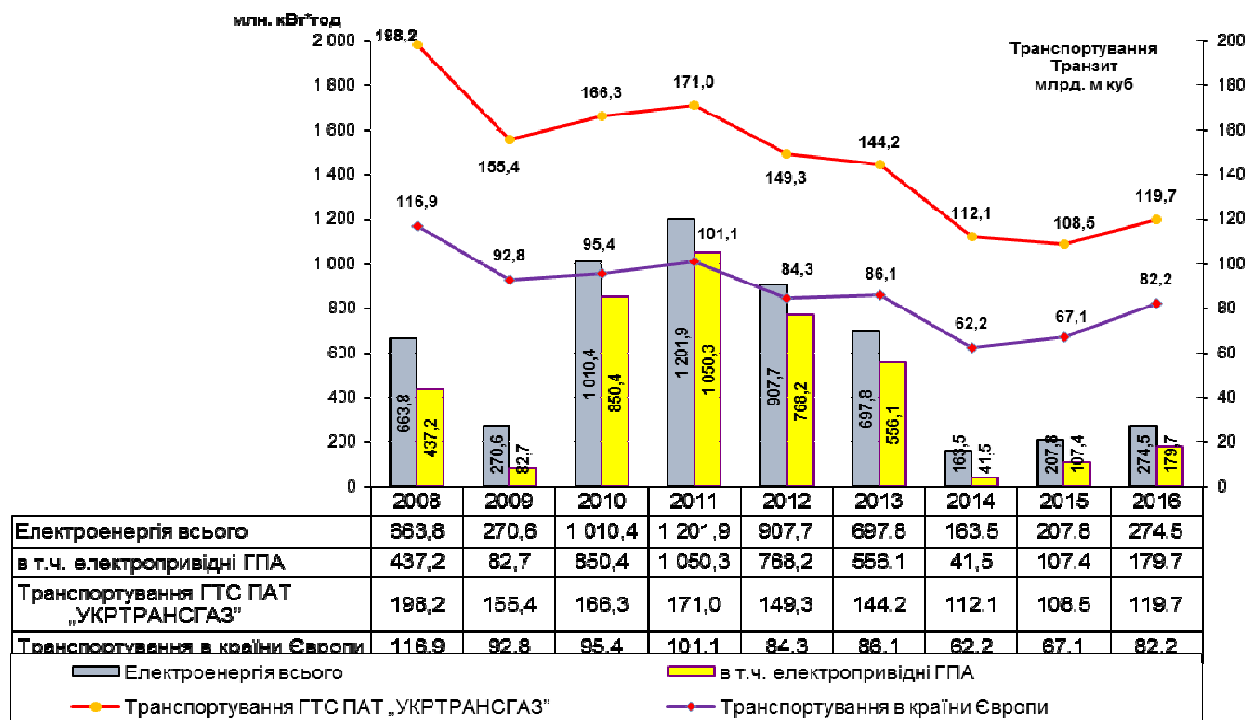


Рисунок 6 – Динаміка показників витрат електроенергії на виробничо-технологічні витрати

Авторами проаналізовано енергоємності ГТС України за 2007-2016 рр.

Зроблено висновок, що в умовах економічної кризи та браку коштів на модернізацію енергоємного обладнання, концентрація основних зусиль щодо зменшення енергоємності виробництва має зосереджуватись не на вартісних техніко-економічних методах, а на організаційних, визначених у міжнародних стандартах ISO у сфері енергоефективності та ризик менеджменту (ISO 50001, ISO 50002, ISO 50004, ISO 50006, ISO 31010).

Автори дійшли висновку, що основними кроками на шляху до зменшення енергоємності виробництва у ПАТ «Укртрансгаз» є перехід на вимірювання досяжної енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності крупних споживачів енергоресурсів на основі питомих показників використання паливного газу до виконаної корисної роботи. Використання даного енергетичного базису не тільки дасть можливість оптимізувати режими роботи газотранспортної системи, а й у подальшому стане передумовою для переходу ремонту обладнання ГПА від напрацювання до ремонту за фактичним технічним станом обладнання.

### Література

- 1 <https://yearbook.enerdata.net/>
- 2 <http://www.iea.org/statistics/>
- 3 Енергоємність валового внутрішнього продукту України: передумови зниження / І. Мазур // Вісник ТНЕУ. – 2012. – № 1. – С. 64-72.
- 4 Розпорядження Кабінету Міністрів України "Про реорганізацію дочірніх компаній Національної акціонерної компанії "Нафтогаз України" від 13.06.2012 №360-р.
- 5 Урядовий портал // Роман Говдяк, голова правління ВАТ "Укргазпроект", керівник відділення "Транспорт нафти і газу" Української нафтогазової академії, кандидат технічних наук, академік УНГА, "Урядовий кур'єр" // <http://www.kmu.gov.ua>.
- 6 Проблеми енергозбереження газотранспортних підприємств в умовах кризи / М.Д. Степ'юк, Л.Т. Гораль, В.І. Мілевська // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2009. – С. 139-139.
- 7 Сергеев О.П. Енергозбереження як фактор підвищення економічної ефективності магістрального транспортування природного газу / О.П. Сергеев // Нафтогазова енергетика. – 2013. – С.566-568.
- 8 Трофімчук В. Наш вибір інтеграція / В. Трофімчук // Науково-виробничий журнал ОП. – 2015. – № 5. – С. 13-17.
- 9 Трофімчук В. Людина понад усе / В. Трофімчук // Науково-виробничий журнал ОП. – 2015. – № 9. – С. 16-20.
- 10 Закон України «Про енергозбереження» від 01.07.1994р. №74/94-ВР.

11 ДСТУ 2420-94 «Енергозбереження. Терміни та визначення».

12 ДСТУ ISO 50001:2014 «Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання.»

13 СОУ 49.5-30019801-111:2013 «Система енергетичного менеджменту Загальна настанова ПАТ «Укртрансгаз»

14 Грудз В.Я. Обслуживание газотранспортных систем / В.Я. Грудз, Д.Ф. Тымкив, Е.И. Яковлев. – К., 1991. – С. 20-27

*Стаття надійшла до редакційної колегії*  
02.11.17

*Рекомендована до друку*  
професором **Райтером П.М.**  
(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)  
д-ром техн. наук **Банахевичем Ю.В.**  
(ЛЧМГ ПАТ «Укртрансгаз», м. Київ)