

УДК 620.92:334.75

**О.М.Ковалко**, канд.екон.наук (ДК "Газ України", Київ), **О.В.Новосельцев**, докт.техн.наук, член-кор. НАН України (Ін-т технічної теплофізики НАН України, Київ), **Т.О.Євтухова** (Ін-т загальної енергетики НАН України, Київ)

## Енергоекономічна оцінка сценаріїв трансграничної взаємодії енергосервісних компаній на ринках ріпаку та біодизелю

*Розглянуто енергоекономічні аспекти реалізації різних сценаріїв трансграничної взаємодії енергосервісних компаній на ринках ріпаку та біодизелю, показано переваги застосування енерготехнологічних систем, взаємодіючі підсистеми яких розташовані в різних трансграничних зонах (країнах тощо), що дозволяє виявляти нові можливості запровадження енергозберігаючих інноваційних проектів та підвищувати конкурентоздатність енергоємних технологій, розширюючи границі та посилюючи масштаби залучення інвестицій у сектор відновлюваної енергетики.*

**Ключові слова:** енергоекономічна ефективність, виробництво біодизелю, ЕСКО, трансгранична взаємодія.

*Рассмотрены энергоэкономические аспекты реализации разных сценариев трансграничного взаимодействия энергосервисных компаний на рынках рапса и биодизеля, показаны преимущества использования энерготехнологических систем, взаимодействующие подсистемы которых расположены в различных трансграничных зонах (странах), что позволяет выявлять новые возможности внедрения энергосберегающих инновационных проектов и повышать конкурентоспособность энергоёмких технологий, расширяя границы и усиливая масштабы привлечения инвестиций в сектор возобновляемой энергетики.*

**Ключевые слова:** энергоэкономическая эффективность, производство биодизеля, ЭСКО, трансграничное взаимодействие.

**Вступ.** В Україні щорічно виробляється 110-120 млн тонн сировини біомаси (солома зернових та інших відходів рослинництва та агропромислового виробництва), близько 65 млн тонн яких ідуть на переробку, 1,1-1,2 млн тонн використовуються для виробництва електроенергії і тепла, і решта – а це практично половина – втрачається. Україна виробляє понад 100 тис. тонн/рік біодизельного палива, близько 60-70 тис. тонн якого використовується сільгоспвиробниками для власних транспортних і теплових потреб та виробляється на дрібномасштабних установках потужністю 0,3-5,0 тонн/рік. Станом на 2011 рік в Україні були побудовані 84 установки малої потужності та 10 великих заводів, які при повному завантаженні здатні виробляти понад 500 тисяч тонн біодизелю на рік [1].

Статистичні дані свідчать, що 80-90% українського ріпаку експортується в країни ЄС за нульовим акцизним податком, внаслідок чого власне виробництво біодизелю з ріпаку в Україні є менш вигідним, ніж прямий продаж його насіння на світових ринках, де ціни на українську

сировину є порівняно високими. В країнах же ЄС, навпаки, виробництво біодизельного палива субсидується урядами.

Окрім нульової ставки акцизного податку, іншою визначальною причиною втрати Україною помітної частки внутрішнього ринку паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) власного виробництва є низька якість та ефективність вирощування ріпаку і виробництва біодизелю.

Власний досвід та досвід зарубіжних країн показує, що системна реалізація інноваційних технологій, які гарантовано забезпечують енергозберігаючий ефект на всіх стадіях технологічного ланцюжка від вирощування ріпаку до виробництва біодизелю, з організацією економічно доцільного використання вторинних продуктів і ресурсів, що виникають у процесах вирощування і переробки ріпаку, дозволяє значно підвищити енергоекономічну ефективність виробництва біодизелю [2–5].

Для реалізації таких технологій необхідні стратегічні інвестори та виконавці енергозберігаючих інноваційних проектів, здатні забезпечувати

їх прибутковість. Слід констатувати, що таких на сьогодні вкрай бракує в Україні. Тому питання розробки моделей і механізмів, що сприяють залученню внутрішніх і зовнішніх інвестицій в енергозберігаючі інноваційні проекти у сфері відновлюваної енергетики та гарантовано забезпечують їх повернення, є актуальними для України.

**Постановка завдання.** Метою роботи є енергоекономічне обґрунтування нового підходу до залучення внутрішніх і зовнішніх інвестицій в реалізацію енергозберігаючих проектів, який базується на організації трансграничної взаємодії енергосервісних компаній, що дозволяє виявляти нові можливості запровадження енергозберігаючих інноваційних проектів та підвищувати конкурентоздатність енергоємних технологій, розширюючи границі та збільшуючи масштаби інвестицій у сектор відновлюваної енергетики.

Залучення енергосервісних компаній (ЕСКО) є принциповим для реалізації пропонованого підходу, оскільки вони за своїм основним призначенням цілеспрямовані на забезпечення взаємодії замовників енергозберігаючих інноваційних проектів (клієнтів ЕСКО) зі стратегічними інвесторами, постачальниками паливно-енергетичних ресурсів та виробниками енергоефективного інноваційного обладнання, у тому числі розташованими в різних країнах або в різних економічних зонах (сферах) економічної діяльності тощо однієї країни [6–8].

**Результати.** Проведення техніко-економічної оцінки трансграничних інвестиційних проектів з підвищення енергоекономічної ефективності виробництва сировини та біодизелю на основі ріпаку є складним завданням, розв'язання якого приводить до необхідності порівняння декількох сценаріїв взаємодії ЕСКО з виробниками сировини і енергоефективного обладнання для її переробки, розташованими, як мінімум, у двох різних країнах (позначимо їх як Країна 1 і Країна 2), за проектами, пов'язаними, насамперед, з виробництвом та реалізацією виробленої продукції в цих країнах (економічних зонах) за наступними техніко-економічними умовами:

**сценарій I:** вирощування ріпаку в Країні 1 без проекту ЕСКО;

**сценарій II:** виробництво біодизелю в Країні 1 без проекту ЕСКО з купленою в Країні 1 сировини ріпаку за оптовою ціною;

**сценарій III:** виробництво біодизелю в Країні 1 без проекту ЕСКО з власно вирощеної сировини ріпаку (за собівартістю);

**сценарій IV:** вирощування ріпаку в Країні 1 за проектом ЕСКО на обладнанні, виготовленому в Країні 1;

**сценарій V:** виробництво біодизелю в Країні 1 за проектом ЕСКО на обладнанні, виготовленому в Країні 1, з купленою в Країні 1 сировини ріпаку за оптовою ціною;

**сценарій VI:** виробництво біодизелю в Країні 1 за проектом ЕСКО на обладнанні, виготовленому в Країні 1, з власно вирощеної сировини ріпаку (за собівартістю);

**сценарій VII:** вирощування ріпаку в Країні 1 за проектом ЕСКО на обладнанні, виготовленому в Країні 2;

**сценарій VIII:** виробництво біодизелю в Країні 1 за проектом ЕСКО на обладнанні, виготовленому в Країні 2, з купленою в Країні 1 сировини ріпаку за оптовою ціною;

**сценарій IX:** виробництво біодизелю в Країні 1 за проектом ЕСКО на обладнанні, виготовленому в Країні 2, з власно вирощеної сировини ріпаку (за собівартістю);

**сценарій X:** вирощування ріпаку в Країні 1 за проектом трансграничної взаємодії ЕСКО на обладнанні, виготовленому в Країні 2;

**сценарій XI:** виробництво біодизелю в Країні 1 за проектом трансграничної взаємодії ЕСКО на обладнанні, виготовленому в Країні 2, з купленою в Країні 1 сировини ріпаку за оптовою ціною;

**сценарій XII:** виробництво біодизелю в Країні 1 за проектом трансграничної взаємодії ЕСКО на обладнанні, виготовленому в Країні 2, з власно вирощеної в Країні 1 сировини ріпаку (за собівартістю).

З метою конкретизації подальших розрахунків, будемо орієнтуватися на середньостатистичні енергетичні та економічні показники вирощування ріпаку та виробництва біодизелю на його основі в Україні (Країна 1) та Німеччині (Країна 2) у 2010–2013 роках. При цьому кожен із 12 означених сце-

наріїв взаємодії будемо розглядати як в умовах існуючого стану виробництва, тобто без запровадження енергозберігаючих інноваційних заходів (проектів), так і за умов реалізації таких заходів з використанням найбільш ефективного обладнання, яке виробляється в країнах, що взаємодіють у рамках трансграничної кооперації.

З точки зору оцінки енергоекономічної ефективності різних технологій вирощування ріпаку та виробництва біодизелю, у першу чергу потрібно визначити такі їх показники, як продуктивність (урожайність та вміст олії в насінні ріпаку тощо), витрати і втрати паливно-енергетичних, матеріально-технічних і трудових ресурсів, ціни і тарифи на вхідні ресурси, а також на основний (біодизель) і побічні (солома, ріпаківий шрот, гліцерин) продукти виробництва біодизелю.

З урахуванням даних, наведених в роботах [1–5], а також у ряді інших публікацій, визначимо

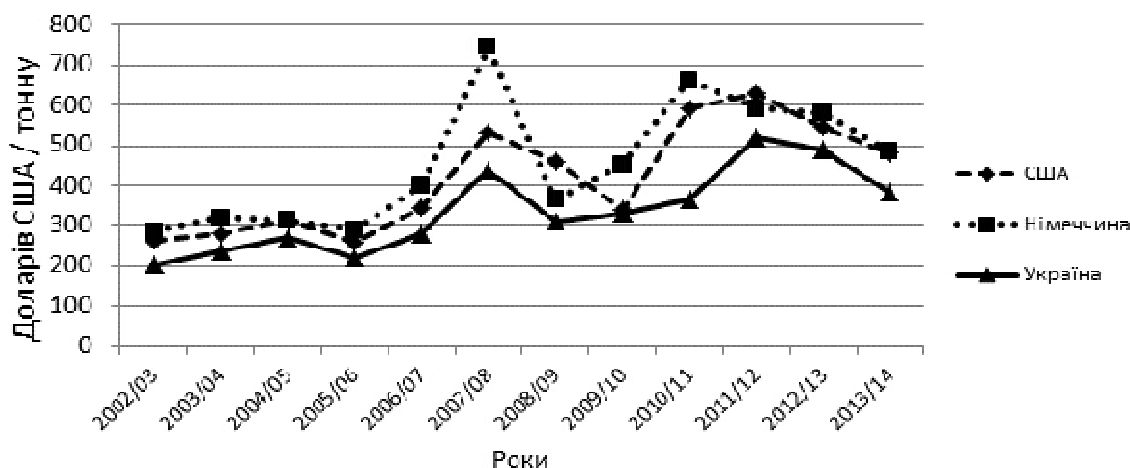
усереднені питомі значення технологічних показників вирощування ріпаку та виробництва біодизелю в країнах 1 і 2, основні з яких формалізуємо у вигляді таблиці 1.

Окрім технологічних параметрів за пропонуванним енергоекономічним підходом необхідно розглянути і основні економічні параметри. Динаміку зміни закупівельних цін на насіння ріпаку в США, Німеччині та Україні за 2002-2014 роки представлено на рис. 1. Як показано в роботах [9–11], ціна на експортоване з України (СРТ Україна) насіння ріпаку йде слідом за світовою ринковою ціною (СІР Hamburg) у достатньо строгій відповідності до зміни світових цін на сиру нафту.

Більш детальну інформацію по Україні, систематизовану за даними Державної служби статистики про середньостатистичні економічні результати реалізації насіння ріпаку в Україні за 2010-2013 роки, наведено в таблиці 2.

Таблиця 1. Питомі технологічні показники

Найменування	Країна 1		Країна 2	
	Основний продукт	Супутні продукти	Основний продукт	Супутні продукти
	т/га	т/га	т/га	т/га
Витрати посадкового насіння	0,0063		0,0053	
Урожайність ріпаку	2,400		3,400	
Обсяг отриманої соломи		2,022		3,385
Обсяг виробництва сирової олії	0,784		1,313	
Обсяг виробництва шроту		1,145		1,917
Обсяг виробництва гліцерину		0,073		0,121
Обсяг виробництва біодизелю	0,727		1,216	

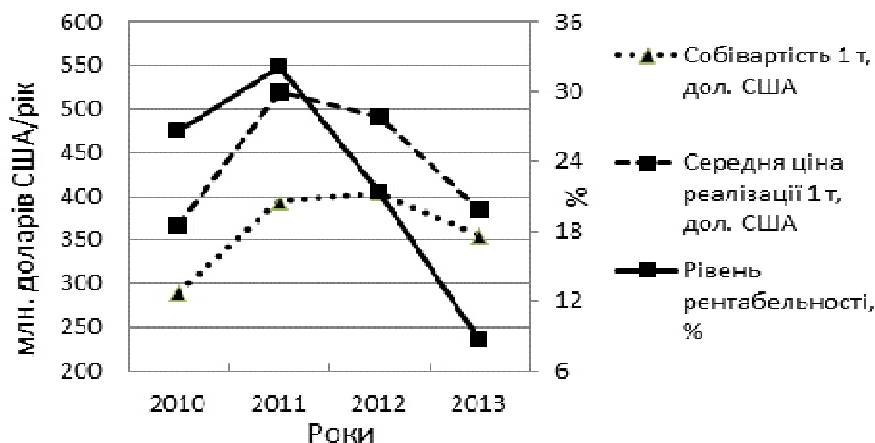


Джерела інформації: [www.fas.usda.gov](http://www.fas.usda.gov), [www.ukstat.gov.ua](http://www.ukstat.gov.ua), власні розрахунки

Рис. 1. Ціни на насіння ріпаку в США, Німеччині та Україні у 2002-2014 роках.

Таблиця 2. Економічні результати реалізації насіння ріпаку в Україні за 2010-2013 роки

Показники	Роки				
	2010	2011	2012	2013	□р/4
Кількість реалізованої продукції, тис. тонн	1182	1018	1182	2022	1350
Повна собівартість реалізованої продукції, млн дол. США	342,4	401,2	477,8	716,4	485
Чистий дохід (виручка), млн дол. США	433,4	530,0	579,9	778,2	580
Прибуток, млн дол. США	91,0	128,8	102,1	61,82	95
Собівартість 1 тонни, дол. США	289,7	394,2	404,4	354,4	360
Середня ціна реалізації 1 тонни, дол. США	366,7	520,7	490,9	385,0	430
Рівень рентабельності, %	26,6	32,1	21,4	8,6	19,4



Джерело інформації: www.ukrstat.gov.ua, власні розрахунки

Рис. 2. Порівняльний аналіз зміни собівартості, середньої ціни та рентабельності реалізації насіння ріпаку.

Як можна бачити з даних таблиці 2 та наведених на рис. 2 кривих, вирощування ріпаку в Україні за всі роки було рентабельним.

Спираючись на усереднені дані, представлені в крайній правій колонці таблиці 2, а також на цінові характеристики, наведені на рис. 1 і 2, за допомогою розробленої на базі табличного процесора Microsoft Excel імітаційної економіко-математичної моделі виконаємо багатоваріантні чисельні розрахунки техніко-економічних показників вирощування ріпаку та виробництва біодизелю.

Застосування моделі показує, що в разі реалізації в Країні 2 вирощеного в Країні 1 насіння ріпаку за середньою ціною 580 дол. США/т (див. дані на рис. 1 за останні чотири роки), обсяг прибутку дилера (другої сторони тощо) складе 36 тис. дол. США за умов витрат у розмірі 120 дол. США/т на закупівлю в Країні 1, транспортування та збут продукції в Країні 2. Величина прибутку виробника в Країні 1 (див. таблицю 3) помітно зростає (до 112,14 дол. США/тонну), якщо в розрахунку врахувати не тільки вартість реалізації основного продукту (насіння ріпаку), а й вартість

реалізації соломи ріпаку за ціною 50 дол. США/тонну.

З урахуванням даних, наведених у табл. 1 і 2, розрахуємо економічну доцільність виробництва біодизелю в Країні 1 без проекту ЕСКО з купленої в Країні 1 сировини ріпаку за оптовою ціною для реалізації в Країні 1 і в Країні 2 (сценарій II), отримуємо наступні результати, представлені в таблиці 3.

Таблиця 3. Економічні показники біодизелю з сировини ріпаку за оптовою ціною

Питомі показники, дол. США/тонну	Ціна реалізації	
	Країна 1	Країна 2
Оптова ціна біодизелю	1120	1900
Обсяг виручки з реалізації біодизелю і супутніх товарів	1468	1900
Витрати на виробництво, транспортування та збут біодизелю і супутніх товарів	1807	1370
Прибуток (збиток) виробника	-339	530

У проведених розрахунках у структурі витрат на виробництво, транспортування та збут біодизелю і супутніх товарів у Країні 1 вартість сировини складала 75,4%, хімічних реактивів

10,4%, амортизація 6,9%, заробітна плата 4,0% і решта – всі інші статті витрат.

Як видно з результатів, наведених у таблиці 3, за поточним рівнем оптових цін на ресурси і сировину ріпаку виробництво біодизелю в Країні 1 не є прибутковим без субсидій з боку державного бюджету (саме як і в усіх інших країнах-виробниках [1–5]) навіть за умов реалізації супутніх продуктів виробництва.

За аналогічним підходом результати розрахунку економічної доцільності виробництва біодизелю в Країні 1 за сценарієм III з власно виробленої сировини (сировини за собівартістю) і призначеного як для власних потреб, так і для реалізації в Країні 2, наведено в таблиці 4.

На відміну від попереднього сценарію, представлені в таблиці 4 результати свідчать про невеличку, але ж прибутковість виробництва біодизелю в Країні 1 за умов реалізації всіх супутніх продуктів виробництва. При цьому розрахункова собівартість виробництва біодизелю (без урахування вартості вироблених сукупних продуктів) за сценарієм III складає 1585 дол. США/тонну.

Таблиця 4. Економічні показники реалізації біодизелю, виробленого з власної сировини ріпаку

Питомі показники, дол. США/тонну	Ціна реалізації	
	Країна 1	Країна 2
Оптова ціна біодизелю	1120	1900
Обсяг виручки з реалізації біодизелю і супутніх товарів	1607	1900
Витрати на виробництво, транспортування та збут біодизелю і супутніх товарів	1585	1370
Прибуток (збиток) виробника	22	530

Можливості запропонованого підходу покажемо на результатах техніко-економічного аналізу інвестиційних проектів за сценаріями IV-XII. На рис. 3 у графічній формі наведено результати порівняльного аналізу економічної ефективності розглянутих вище 12 сценаріїв енергозберігаючих інноваційних проектів з вирощування ріпаку та виробництва біодизелю в Країні 1 в умовах реалізації виробленої продукції за оптовими цінами, де Прибуток 1 визначає частину загального прибутку, отриманого в Країні 1, а Прибуток 2 – частину загального прибутку, отриманого при подальшій реалізації виробленої продукції в Країні 2.

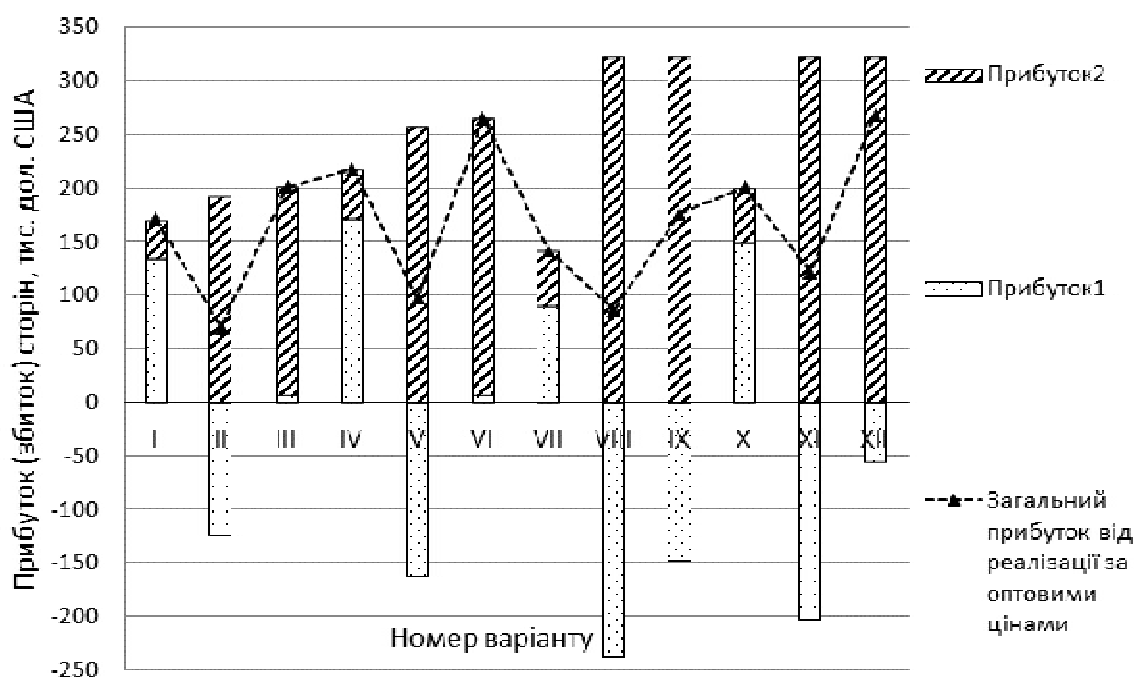


Рис. 3. Порівняльний аналіз економічної ефективності різних сценаріїв реалізації енергозберігаючих проектів за оптових цін на ріпак.

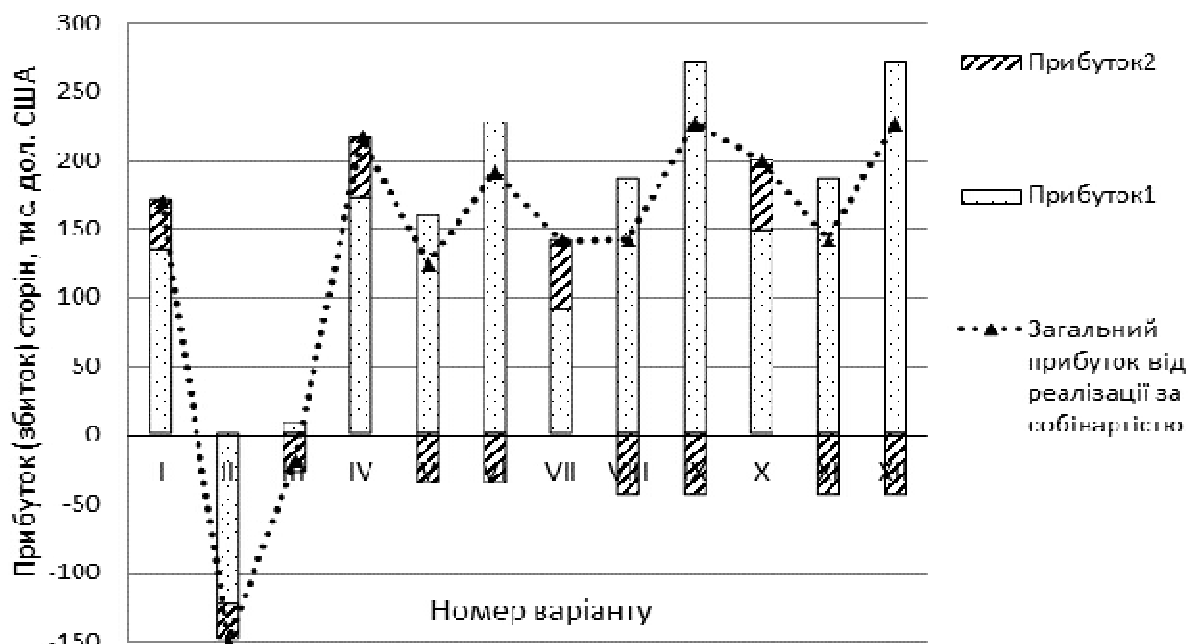


Рис. 4. Порівняльний аналіз економічної ефективності різних сценаріїв енергосберігаючих проектів за собівартістю ріпаку.

Як можна побачити, залучення інвестицій у звичайні проекти з виробництва біодизелю (без трансграничної взаємодії) за всіма розглянутими сценаріями є неприйнятним (див. негативні значення Прибутків 1 на рис. 3). В той же час, незважаючи на збитки від виробництва біодизелю в Країні 1, реалізація механізмів трансграничної взаємодії у сфері запровадження енергосберігаючих інноваційних проектів за всіма розглянутими сценаріями дозволяє отримувати позитивний загальний прибуток від взаємодії ЕСКО, розташованих у різних країнах, і тим самим суттєво розширювати границі та посилювати масштаби залучення інвестицій у такого роду проекти.

На відміну від рис. 3, на рис. 4 у графічній формі наведено результати порівняльного аналізу економічної ефективності розглянутих вище 12 сценаріїв енергосберігаючих інноваційних проектів з вирощування ріпаку та виробництва біодизелю в Країні 1 в умовах реалізації продукції за цінами, що визначаються собівартістю її виробництва.

Нескладно помітити, що по відношенню до попередньо розглянутого варіанту трансграничної взаємодії ЕСКО за оптовими цінами картина розподілу Прибутків 1 і 2 за варіантом трансграничної взаємодії за собівартістю змінюється на протилежну. Оптимальний варіант розподілу прибутків між

двома країнами, ЕСКО яких взаємодіють, знаходиться між цими двома варіантами.

**Висновки.** 1. Проведено комплексні багатоваріантні розрахунки енергоекономічної ефективності вирощування насіння ріпаку та виробництва біодизелю, які показують, що за умов трансграничної взаємодії досягається позитивний енергоекономічний баланс інтересів (прибутковість) кожної зі сторін, навіть за умов можливої збитковості (негативності) окремих його складових. І це без урахування ефекту підвищення рівня енергетичної, економічної та екологічної безпеки держави, який визначається позитивним мультиплікативним ефектом від створення додаткових робочих місць та заміщення імпортного пального на екологічно чисте пальне власного виробництва.

2. Незважаючи на те, що залучення інвестицій у звичайні проекти з виробництва біодизелю в Країні 1 (без трансграничної взаємодії) за всіма 12 розглянутими сценаріями є неприйнятним (збитковість), реалізація механізмів трансграничної взаємодії у сфері запровадження енергосберігаючих інноваційних проектів дозволяє отримувати позитивний загальний прибуток від взаємодії ЕСКО, розташованих у різних країнах, і тим самим розширювати границі та посилювати масштаби залучення інвестицій у такого роду проекти.

1. *Bioenergy & Biobased Opportunities in Ukraine* / Tebodin Ukraine CFI: Report Number: 71834-B-R, 2013. – 80 p.
2. Hill J., Nelson E., Tilman D., Polasky S., Tiffan D. Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. – Proc. of National. Academy of Science the USA, 2006. – V.103. – №30. – P. 11206–11210.
3. Гелетуха Г.Г., Желєзна Т.А., Дроздова О.І. Енергетичний та екологічний аналіз технологій виробництва енергії з біомаси. – К.: Біоенергетична асоціація України, 2014. – 25 с.
4. Elsayed M.A., Matthews R., Mortimer N.D. Carbon and energy balances for a range of biofuels options. – Sheffield: Sheffield Hallam University, 2003. – 341 p.
5. Mortimer N.D., Cormack P., Elsayed M.A., Horne R.E. Evaluation of the comparative energy, global warming and socio-economic costs and benefits of biodiesel. – Sheffield: Sheffield Hallam University, 2003. – 132 p.
6. Ковалко О.М., Новосельцев О.В., Євтухова Т.О. Вступ до теорії енергоефективності багаторівневих систем: методи та моделі енергетичного менеджменту в системі житлово-комунального господарства – К.: НАН України, Інститут технічної теплофізики, 2014. – 252 с.
7. Kovalko A.M., Evtukhova T.A., Novoseltsev A.V. ESCOs and cross-border energy services: ideas for international cooperation / Proceedings of World Energy Engineering Congress, Washington, 25-27 Sept., 2013, Atlanta: AEE, Ch.75. – P. 1–9.
8. Novoseltsev O., Kovalko O., Evtukhova T. Cross-border cooperation of energy service companies as a factor enhancing energy and economic safety / In book: Energy Efficiency Improvement of Geotechnical Systems – G. Pivnyak, O. Beshta, M. Alekseyev (eds), London: Taylor & Francis Group, CRC Press. – 2013. – P. 37–46.
9. *Energy Technology Perspectives: Scenarios & Strategies to 2050*. – Paris: International Energy Agency, 2010. – 458 p.
10. *Oilseeds: World Markets and Trade* / United States Department of Agriculture Report, World Agricultural Outlook Board/USDA, July 2014. – 35 p.
11. *Agriculture, Bioenergy, and Food Policy in Ukraine – Analysis, Conclusions and Recommendations* / Edited by Strubenhoff H., Movchan V., Burakovsky I. – Kyiv: Institute for Economic Research and Policy Consulting, 2008. – 352 p.

УДК 621.436.12 : 629.341

С.В.Ковбасенко, канд.техн.наук, В.В.Сімоненко (Національний транспортний університет, Київ)

### Дорожні випробування автобуса, що працює на традиційному нафтовому паливі та дизельному біопаливі

В статті наведено методику проведення та результати дорожніх випробувань автобуса ПАЗ-32054 з дизелем 4Ч11,0/12,5 (Д-241) при роботі на традиційному нафтовому паливі та дизельному біопаливі. Встановлено доцільність використання метилових ефірів ріпакової олії в якості моторних палив для дизелів дорожніх транспортних засобів.

**Ключові слова:** дорожні випробування, автобус, дизель, метилові ефіри ріпакової олії.

В статье приведена методика проведения и результаты дорожных испытаний автобуса ПАЗ-32054 с дизелем 4Ч11,0/12,5 (Д-241) при работе на традиционном нефтяном топливе и дизельном биотопливе. Установлена целесообразность использования метиловых эфиров рапсового масла в качестве моторного топлива для дизелей транспортных средств.

**Ключевые слова:** дорожные испытания, автобус, дизель, метиловые эфиры рапсового масла.

**Вступ.** В умовах поступового виснаження нафтових родовищ, яке викликає значне підвищення цін на традиційні палива для двигунів дорожніх транспортних засобів, постає питання про використання альтернативних палив з відновлюваних ресурсів.

Однією з альтернатив для традиційних нафтових палив є дизельні біопалива рослинного походження, а саме метилові ефіри ріпакової олії

(МЕРО) [1].

Важливою і актуальною науково-технічною задачею є дослідження зміни паливно-економічних, екологічних та енергетичних показників автобуса з дизелем при роботі на МЕРО, в порівнянні з традиційним нафтовим паливом, оскільки саме двигуни міських автобусів є одними з основних споживачів дизельного палива та забруднювачів довкілля.