

УДК 621.186

DOI: 10.34029/2311-4061-2019-130-1-25-34

Д-р техн. наук Капіца М. І.

Інженер Куклін Л. Ю.

Канд. техн. наук Горячкін В. М.

«БЛОК КОГЕНЕРАЦІЇ» – ГЕНЕРАТОР ЕЛЕКТРИЧНОЇ І ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ З БІОМАСИ

Ключові слова: когенерація, біопаливо, паромашинний агрегат, «зелений» тариф, енергоефективність

Вступ

Відповідно до Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» [1], схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України № 605-р від 18.08.2017 р., стратегічним завданням програми є виведення держави на рівень максимальної енергетичної незалежності.

За даними Державної служби статистики України [2], структура первинної поставки енергії (2015 р.) характеризується високою часткою природного газу 28,9%, атомної енергетики - 23,2%, вугілля - 30,4%, сирової нафти і нафтопродуктів - 11,7%. Сумарна частка всіх відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) становить 2,5%, а рівень енергетичної імпортозалежності склав 51,6%. При цьому в кінцевому споживанні 20,1% складає електрична, а 14,8% – теплова енергія. Більшу частку (31,5%) в кінцевому споживанні має тільки природний газ, що є наслідком використання інших джерел первинної енергії для виробництва енергоносіїв, які споживаються промисловістю та населенням для забезпечення потреб, в першу чергу, виробництва, транспорту та комунального господарства.

Забезпечення енергетичної безпеки держави вимагає підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), розробки і впровадження технологій відновлюваної енергетики. Виходячи з цього розробка енергоефективного обладнання, призначеного для виробництва електричної і теплової енергії, що дозволяє використовувати в якості первинного палива ВДЕ, є важли-

вою і актуальною задачею для паливно-енергетичного комплексу України.

На залізницях України також можуть успішно використовуватися ВДЕ для забезпечення тепловою і електричною енергією відокремлених стаціонарних споживачів, при наявності відповідного генеруючого обладнання. У якості палива може використовуватися деревина, що вирубується у полосах відводу залізниць, дешеві органічні відходи місцевих підприємств з переробки сільськогосподарської продукції, торф тощо.

Постановка задачі і мета досліджень

Відповідно до Законів України «Про ринок електричної енергії», «Про альтернативні джерела енергії», «Про альтернативні види палива» Україна гарантує суб'єктам господарської діяльності, які виробляють електричну енергію, придбання цієї енергії по «зеленим» тарифам на час їх дії. Дія Законів, в частині забезпечення «зеленим» тарифом, вступає в силу при наявності ряду умов, основними з яких є такі:

- електроенергія повинна бути вироблена з поновлюваних джерел енергії;
- обладнання що генерує електроенергію повинно бути виготовлено на території України (не менше 50%);
- вироблена електроенергія повинна бути продана ДП «Енергоринок».

З метою стимулювання розвитку альтернативних джерел енергії законодавством передбачені податкові пільги для відповідних енергогенеруючих підприємств.

Енергетична стратегія [1] прогнозує зростання в енергетичному балансі країни частки відновлюваної енергетики у 2025 р. до 12%, а в 2035 р. – до 25% від загального обсягу первинної структури постачання енергії. В цій Стратегії особлива увага приділяється когенераційним системам, що використовують в якості палива біомасу. У зв'язку з цим, зокрема, в Стратегії вказано на необхідність:

- збільшення використання біомаси в процесі генерації електричної і теплової енергії;
- стимулювання генерації електроенергії малопотужними установками ВДЕ;
- забезпечення реалізації проектів по децентралізації енергопостачання на місцевому рівні;

- створення умов для формування системи з логістичного забезпечення збору біологічної сировини;

- впровадження систем акумулювання енергії для балансування енергетичної системи.

Реалізація електричної енергії підпадає під дію «зеленого» тарифу, якщо вона вироблена на об'єктах енергетики з альтернативних джерел енергії. В той же час продаж теплової енергії здійснюється за загальними правилами встановленими Національною комісією, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП). Відповідно до ст.1 Закону України «Про альтернативні джерела енергії» «зелений» тариф – це спеціальний тариф, за яким закуповується електрична енергія, вироблена на об'єктах енергетики з альтернативних джерел енергії. У цій же статті Закону зазначено, що альтернативними джерелами енергії є поновлювані джерела енергії, до яких, серед інших, відноситься енергія біомаси. Відповідно до ст.9¹ цього ж Закону встановлено, що біомасою вважається невикопна біологічно відновлювана речовина органічного походження, здатна до біологічного розкладу, у вигляді продуктів, відходів та залишків лісового та сільського господарства (рослинництва і тваринництва), рибного господарства і технологічно пов'язаних з ними галузей промисловості, а також складова промислових або побутових відходів, здатна до біологічного розкладу.

В технічній літературі наявні численні публікації присвячені використанню біопалива для виробництва теплової енергії. Так, в публікаціях [3, 4, 5] наводяться оцінки потенціалу використання біомаси в якості палива в Україні, а в [4, 6, 7] наведені приклади реалізації проектів виробництва теплової енергії з біомаси та надані рекомендації з техніко-економічної оцінки відповідних проектів. Однак когенераційні системи на біомасі поки не набули широкого розповсюдження.

Компанія ТОВ «Газгенераторбау» (м. Дніпро), що працює в сфері конструювання і виробництва енергетичного обладнання, разом з науковцями Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту (ДНУЗТ), розробили «Блок когенерації», основною функцією якого є виробництво електричної та теплової енергії з викорис-

танням біомаси в якості палива. Важливим є те, що практично все основне обладнання, що входить до складу «Блоку когенерації», виробляється на території України, що задовольняє вимогам згаданих Законів.

Метою даної роботи є економічна оцінка використання «Блоку когенерації» при виробництві електричної і теплової енергії.

Опис «Блоку когенерації»

«Блок когенерації» утворюється об'єднанням парового (водогрійного) котла «ТурбоРapid», що генерує теплову енергію у вигляді водяної пари і використовує в своїй роботі тверде паливо органічного походження, яке є відходом сільського господарства (рослинництва) та паромашинного агрегату, основним елементом якого є парова машина, зчленована з електронним генератором змінного струму. Паромашинний агрегат використовує енергію пари для створення обертового моменту, який перетворюється в електричну енергію. Такі агрегати виробляються за кордоном, наприклад підприємством Spilling Energie Systeme GmbH [8], а також можуть виготовлятися в Україні шляхом конвертації нових і вживаних двигунів внутрішнього згорання для їх роботи на пару. Відповідні напрацювання вже зроблені у ДНУЗТ.

Виконання такого обладнання може реалізовуватися за двома основними схемами:

А. Котельний агрегат «ТурбоРapid™», паропроодуктивністю 800 кг/год. тепловою потужністю 600 кВт. В цьому випадку електрична потужність агрегату складе 90 кВт.

В. Котельний агрегат «ТурбоРapid™», паропроодуктивністю 10000 кг/год. тепловою потужністю 6000 кВт. В цьому випадку електрична потужність блоку становитиме 1000 кВт.

В таблиці 1 наведені основні технічні характеристики обладнання за цими двома схемами, а на рисунку 1 показаний його можливий зовнішній вигляд.

Методика і результати досліджень

Фінансові розрахунки проводилися для двох стратегій, що відповідають двом наведеним схемам А і Б. Нижче наведені результати розрахунків витрат та доходів при реалізації цих двох стратегій.

Стратегія А.

Витрати

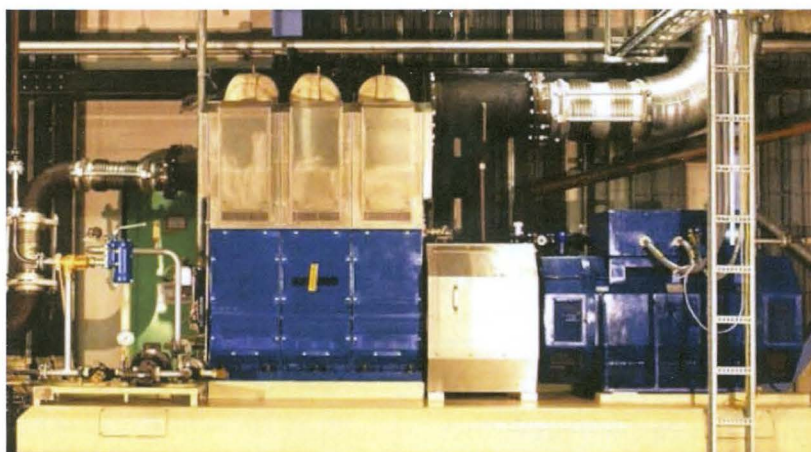
В таблиці 2 наведені капітальні витрати (CAPEX), а в таблиці 3 – поточні витрати

(ОРЕХ). Необхідно звернути увагу, що розмір річних витрат буде залежати від обсягу реалізованої продукції (електроенергії і теп-

ла), оскільки від цього обсягу залежить розмір оподаткування.



а)



б)

Рис. 1 – Обладнання «Блоку когенерації», де: а) – котельний агрегат «ТурбоРapidtm»; б) – паромашинний агрегат Spilling потужністю 514 кВт [8]

Табл. 1 - Основні технічні характеристики «Блоку когенерації»

Технічні характеристики	Показники за схемами виконання	
	А	В
<i>Котельний агрегат «ТурбоРapidtm»</i>		
Паропродуктивність, т/год	0,8	10
Тиск пара, кгс/см ²	12	12
Площа колосникової решітки, м ²	0,33	3,30
Площа поверхні нагріву, м ²	14,80	148,00

Продовження табл. 1

Годинне споживання палива (теплотворна здатність палива 4500 ккал/кг), кг/год	160	1600
Маса, кг	1200	15000
<i>Паромашинний агрегат</i>		
Електрична потужність, кВт	90	1000
Число обертів колінчастого валу, об/хв	1000 (1170 – max)	375 (400 – max)
Крутний момент, кгс·м	10 600	210 085
Тиск пара перед впускним клапаном, кгс/см ²	11	11
Тиск пара у вихлопному трубопроводі, кгс/см ²	2...4	2...4
Повна витрата пара з/без конденсації, кг/год	1069/1244	7920/9240
Маса, кг	700	16 450

Табл. 2 - Витрати CAPEX

Найменування	Сума, грн	Сума, євро
Придбання земельної ділянки	120 000	4 000
Зміна цільового призначення землі	60 000	2 000
Проектні роботи (П і РД)	1 500 000	50 000
Експертиза проекту	60 000	2 000
<i>Виробництво основного обладнання:</i>		
Котельний агрегат «ТурбоРapid™»	2 700 000	90 000
Паромашинний агрегат	2 400 000	80 000
Будівельні роботи	1 800 000	60 000
Допоміжне обладнання	3 000 000	100 000
Отримання дозвільних документів	3 000 000	100 000
Всього витрати CAPEX	14 640 000	488 000

Табл. 3 - Витрати OPEX

Найменування витрат (в рік)	Сума, грн	Сума, євро
Закупівля палива (солома)	946 080	31 536
Заробітна плата	1 800 000	60 000
<i>Податок на прибуток (тільки 2019 рік):</i>		
Сценарій 1	443 880	14 796
Сценарій 2	1 008 900	33 630
Сценарій 3	1 573 890	52 463
Невраховані ризики	150 000	5 000
Всього витрати OPEX	3 904 980	130 166

Далі в наведені результати розрахунків за трьома можливими сценаріями продажу енергії, що виробляється «Блоком когенерації»:

- сценарій 1 – здійснюється продаж тільки електричної енергії;
- сценарій 2 – здійснюється продаж електричної енергії в повному обсязі, а теплової – тільки 50%;

- сценарій 3 – продаж електричної і теплової енергії здійснюється в повному обсязі.

Оскільки згідно Закону України «Про електроенергетику», вартість електроенергії за «зеленим тарифом» змінюється, розрахунки виконані для «Блоку когенерації», при його впровадженні в 2018 р. на період до 2029 р. У рядку «Всього» таблиць 2 і 3 вказані дані з урахуванням показників сценарію 2. Всього

інвестиційні витрати (CAPEX + OPEX) складають 18 544 980 грн (618 166 євро).

Доходи

При проведенні розрахунку прибутковості «Блоків когенерації» враховуються чинники, що впливають на розмір «зеленого» тарифу. Зокрема, відповідно до Закону України «Про електроенергетику» ціна «зеленого» тарифу буде знижуватися в 2020 р. і 2024 р.:

- до 31.12.2019 року ціна тарифу складе 0,1114695 євро (кВт/год);
- до 31.12.2024 року ціна тарифу складе 0,099084 євро (кВт/год);
- до 31.12.2029 року ціна тарифу складе 0,0866985 євро (кВт/год).

Крім того, відповідно до Закону України «Про альтернативні джерела енергії», передбачена надбавка, що залежить від рівня використання обладнання українського виробництва і складає 5% при рівні використання обладнання українського виробництва не менше 30% і 10% при рівні використання обладнання українського виробництва не менше 50%. Така надбавка діє тільки для обладнання, введенного в експлуатацію до 31.12.2024 р.

У таблиці 4 наведені результати розрахунків підсумкової вартості «зеленого» тарифу, яка утворюється як сума основного тарифу і надбавки за використання обладнання українського виробництва.

Табл. 4 - Підсумкова вартість «зеленого» тарифу

Рік	Основний тариф, євро/(кВт·год)	Додатковий тариф, євро/(кВт·год)	Загальний тариф, євро/(кВт·год)
2019	0,1115	0,0111	0,1226
2020...2024	0,0991	0,0099	0,1090
2025...2029	0,0867	0,0086	0,0953

При розрахунку доходу і прибутку від реалізації електричної енергії враховувалися наступні умови:

- собівартість виробництва електроенергії становить 0,02 євро/(кВт·год);
- собівартість виробництва електроенергії, виходячи з вартості палива (солома) станом на 01.10.2018 р. - 600 грн за тону;
- при розрахунку собівартості електроенергії не враховувалися доходи від продажу попутної теплової енергії;
- при зміні типу палива і відповідного його закупівельної ціни собівартість електроенергії, що генерується, може змінюватися як в меншу, так і в більшу сторону від вартості прийнятої в даних розрахунках;

- для зручності розрахунків прийнято, що за весь досліджуваний період вартість палива (відповідно - собівартість електроенергії) не змінюється;

- до уваги не прийняті витрати на заробітну плату персоналу та оподаткування.

У таблиці 5 наведено розміри доходу і прибутку від реалізації електричної енергії до оподаткування (враховані витрати тільки на закупівлю і поставку палива). Валовий дохід розрахований як добуток ціни «зеленого» тарифу в залежності від конкретного року, потужності генератора і кількості годин у календарному році. Валовий прибуток визначався як різниця між валовим доходом і собівартістю.

Табл. 5 - Розмір доходу і прибутку від реалізації електричної енергії до оподаткування

Рік	Собівартість євро/(кВт·год)	Собівартість, євро/рік	Валовий дохід від продажу, євро/рік	Валовий прибуток від продажу, євро/рік
2019	0,02	15 768	96 657	80 889
2020...2024	0,02	15 768	85 936	70 168
2025...2029	0,02	15 768	75 134	59 366

У таблиці 6 наведено результати розрахунку валового доходу від обсягів реалізації теплової енергії. При цьому в таблиці вказано два можливих сценарії продажів тепла:

оптимістичний (при реалізації всього потенційно можливого обсягу) і песимістичний (при продажу тільки 50% потенційного обсягу).

Табл. 6 – Валовий дохід від реалізації теплової енергії

Рік	Собівартість теплової енергії, євро/Гкал	Вартість теплової енергії (НКРЕКП) євро/Гкал	Валовий дохід від продажу 50% потенціалу, євро/рік	Валовий дохід від продажу 100% потенціалу, євро/рік
2019...2029	6	50	100 214	196 574

Розрахунок проводився на підставі наступних умов:

- собівартість теплової енергії визначалася виходячи з поточних цін (01.10.2018 р.) на паливо (солома) - 600 грн. за тонну;

- при зміні типу палива і, відповідно, його закупівельної ціни, собівартість тепла, що генерується, може змінитися як у меншу, так і в більшу сторону від прийнятої в даних розрахунках;

- вартість теплової енергії приймається за ціною встановленою НКРЕКП - 1500 грн (50 євро) за 1 Гкал (розрахунковий курс євро - 1євро = 30 грн);

- для зручності розрахунків прийнято, що за весь досліджуваний період вартість палива і вартість теплової енергії, встановлені НКРЕКП, не змінюються;

- при розрахунках витрати на заробітну плату та оподаткування до уваги не приймаються;

- валовий дохід від продажу теплової енергії розраховується як добуток різниці вартості теплової енергії встановленої НКРЕКП і її собівартості за відповідну кількість годин.

У таблиці 7 показані валові доходи від діяльності виробництва теплової і електричної енергії (з урахуванням вартості палива, але до оподаткування і без врахування витрат по заробітній платі). Операційні витрати (ОРЕХ) показані у таблиці 8, в тому числі показники податкових відрахувань в досліджуваний період. Показник операційних витрат розрахований як сума заробітної плати, відрахувань податків на прибуток і непередбачених витрат. Відрахування на закупівлю сировини не враховувалися, оскільки вони враховані раніше.

Табл. 7 - Валові доходи від виробництва теплової і електричної енергії

Рік	Валовий дохід, євро/рік		
	Сценарій 1	Сценарій 2	Сценарій 3
2019	80 889	181 103	280 880
2020...2024	70 168	170 382	266 742
2025...2029	59 366	159 580	255 940
всього	728 559	1 830 913	2 894 290

Табл. 8 - Витрати ОРЕХ з врахуванням податкових відрахувань

Рік	Операційні витрати, євро/рік		
	Сценарій 1	Сценарій 2	Сценарій 3
2019	73 482	90 184	106 813
2020...2024	71 695	88 397	104 457
2025...2029	69 894	86 597	102 657
Всього	781 427	964 154	1142 383

Чистий прибуток від виробничої діяльності, який розраховано як валовий дохід (табл. 7), за вирахуванням операційних витрат (табл. 8), показаний у таблиці 9.

Графічні залежності чистого доходу, а також інвестиційних витрат, від використовуваних сценаріїв продажу отриманої електри-

чної і теплової енергії показано на рисунку 2. Аналіз графіка свідчить, що:

- для сценаріїв 1 і 2 точка окупності витрат лежить за межами розрахункового періоду;
- для сценарію 3 точка окупності знаходиться в районі 2027 р., тобто термін окупності складає близько 9 років.

Табл. 9 - Чистий прибуток від виробничої діяльності з використанням «блоку когенерації» за стратегією А

Рік	Чистий прибуток, євро в рік		
	Сценарій 1	Сценарій 2	Сценарій 3
2019	7 407	90 919	174 067
2020...2024	-1 527	81 985	162 285
2025...2029	-10 528	72 983	153 283
Всього	-37 868	866 759	1 751 907

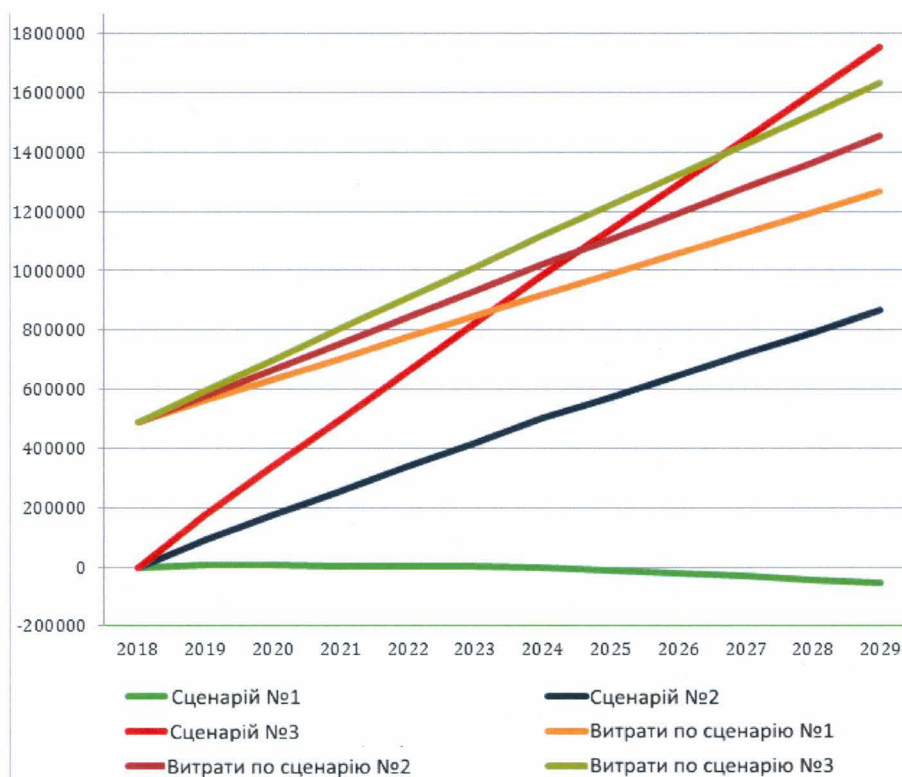


Рис. 2 – Розрахунок точки окупності витрат на придбання «Блоку когенерації» за стратегією А в залежності від обраного сценарію продажу енергії що виробляється

Стратегія В

Витрати

За стратегією В капітальні витрати (CAPEX) наведені у таблиці 10, а поточні (OPEX) – у таблиці 11. Результати розрахунків, як і у стратегії А, наведені для трьох

можливих сценаріїв продажу енергії, що виробляється. У рядку «Всього» таблиці 11 вказані дані з урахуванням показників сценарію 2. Загальні інвестиційні витрати (CAPEX + OPEX) складають 3 534 872 євро.

Табл. 10 - Витрати CAPEX

Найменування	Сума, грн	Сума, євро
Придбання земельної ділянки	300 000	10 000
Зміна цільового призначення землі	300 000	10 000
Проектні роботи (П і РД)	21 000 000	700 000
Експертиза проекту	90 000	3 000
<i>Виробництво основного обладнання:</i>		
Котельний агрегат «ТурбоРapid»	27 000 000	900 000
Парова машина з генератором	24 000 000	800 000
Будівельні роботи	1 800 000	60 000
Допоміжне обладнання	6 000 000	200 000
Отримання дозвільних документів	4 500 000	150 000
Всього витрати CAPEX	84 990 000	2 833 000

Табл. 11 - Витрати OPEX

Найменування (в рік)	Сума, грн	Сума, євро
Закупівля палива (солома)	9 460 800	315 360
Заробітна плата	1 800 000	60 000
Податок на прибуток (тільки 2019 р.):		
Сценарій 1	4 931 880	164 396
Сценарій 2	9 795 360	326 512
Сценарій 3	14 650 230	488 341
Невраховані ризики	300 000	10 000
Всього витрати OPEX	21 356 160	701 872

Доходи

При проведенні розрахунків прибутковості за стратегією В враховувалась підсумкова вартість «зеленого» тарифу наведена раніше в таблиці 4. При розрахунку доходу і прибутку від реалізації електричної енергії враховувалися ті ж самі умови, що і для стратегії А. У таблиці 12 наведено розмір доходу і прибутку від реалізації електричної енергії до оподаткування (враховані витрати тільки на закупівлю і поставку палива). Валовий доходи розрахований як добуток, з врахуван-

ням ціни «зеленого» тарифу в конкретний рік, потужності генератора і кількості годин у календарному році. У таблиці 13 наведено розрахунок валового прибутку від реалізації теплової енергії. При цьому, в таблиці вказано два можливих сценарії продажів тепла: оптимістичний (при реалізації всього потенційно можливого обсягу енергії) і песимістичний (при продажу тільки 50% потенційного обсягу). Розрахунки проводились для тих же умов, що і в стратегії А.

Табл. 12 - Розмір доходу і прибутку від реалізації електричної енергії до оподаткування

Рік	Собівартість, євро/(кВт·год)	Собівартість, євро/рік	Валовий дохід від продажу, євро/рік	Валовий прибуток від продажу, євро/рік
2019	0.02	175 200	1 073 976	898 776
2020...2024	0.02	175 200	954 840	779 640
2025...2029	0.02	175 200	834 828	659 628

Табл. 13 - Валовий прибуток від реалізації теплової енергії

Рік	Собівартість теплової енергії, євро/Гкал	Вартість теплової енергії (НКРЕКП), євро/Гкал	Валовий дохід від продажу 50% потенціалу, євро/рік	Валовий дохід від продажу 100% потенціалу, євро/рік
2019...2029	6	50	1 039 636	2 079 273

У таблиці 14 показано валовий прибуток від виробництва теплової і електричної енергії (з урахуванням вартості палива, але до оподаткування і витрат по заробітній платі).

Показник операційних витрат (ОРЕХ), в тому числі податкових відрахувань в досліджуваній період, показаний у таблиці 15. Цей показник розрахований як сума заробітної плати, відрахування податків на прибуток і непередбачених витрат.

Чистий прибуток від виробничої діяльності з використанням «Блоку когенерації» за стратегією В, який розраховано як різницю

валового доходу (табл. 14) і операційних витрат (табл. 15), показано у таблиці 16. Графічна залежність чистого доходу, а також розміру інвестиційних витрат при використанні сценаріїв за стратегією В показано на рисунку 3. Аналіз зазначених графіків свідчить, що при сценарії 1 окупність витрат на придбання «Блоку когенерації» складає близько 4 років. При сценаріях 2 і 3 вже в перший рік отриманий прибуток буде перевищувати інвестиційні витрати.

Табл. 14 - Валовий прибуток від виробництва теплової і електричної енергії

Рік	Валовий прибуток, євро/рік		
	Сценарій 1	Сценарій 2	Сценарій 3
2019	898 776	1 938 412	2 978 049
2020...2024	779 640	1 819 276	2 858 913
2025...2029	659 628	1 699 264	2 738 901

Табл. 15 – Витрати ОРЕХ, з врахуванням податкових виплат

Рік	Операційні витрати, євро/рік		
	Сценарій 1	Сценарій 2	Сценарій 3
2019	214 396	376 368	538 341
2020...2024	194 540	356 512	518 485
2025...2029	174 538	336 510	498 483

Табл. 16 - Чистий прибуток від виробничої діяльності з використанням «Блоку когенерації» за стратегією В

Рік	Чистий прибуток, євро/рік		
	Сценарій 1	Сценарій 2	Сценарій 3
2019	688 980	1 316 195	2 421 708
2020...2024	589 700	1 456 063	2 322 428
2025...2029	489 690	1 366 053	2 222 418

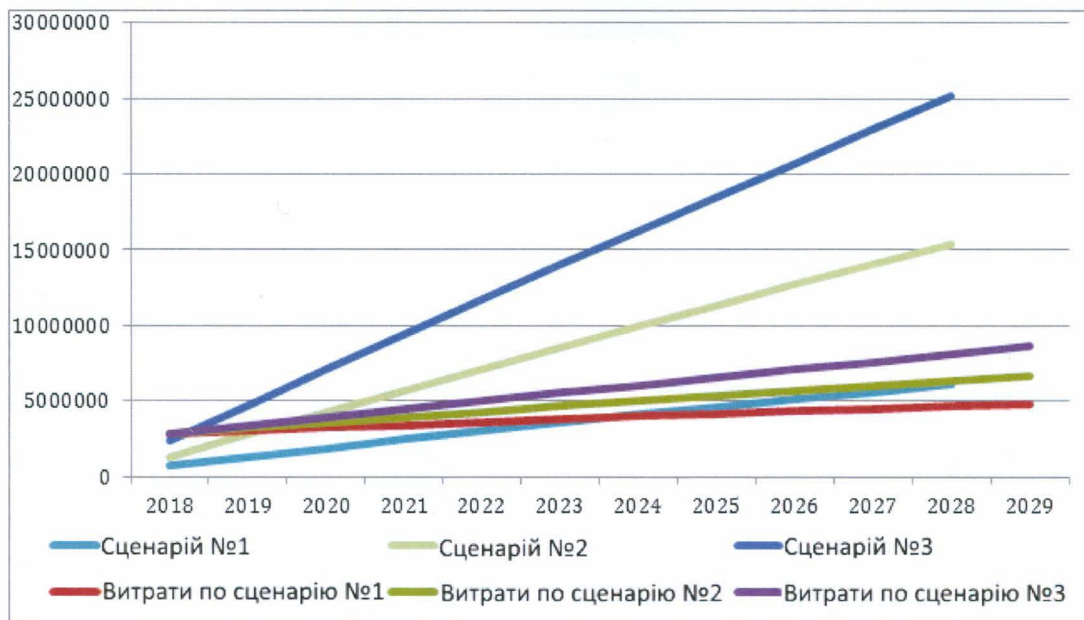


Рис. 3 – Розрахунок точки окупності витрат на придбання «Блоку когенерації» за стратегією В в залежності від обраного сценарію продажу енергії що виробляється

Висновки

1. Чинний в Україні режим виробництва електроенергії за «зеленим» тарифом є привабливим в інвестиційному плані.

2. Для стратегії А при використанні «Блоку когенерації» потужністю 600 кВт теплової енергії і 90 кВт електричної енергії окупність спостерігається тільки при сценарії оплати енергії 3 (реалізація електричної та теплової енергії в повному обсязі) протягом 10 років. Разом з тим, ситуація може бути значно покращена (в т.ч. для сценаріїв 1 і 2) в разі оптимізації витрат CAPEX (перш за все, при отриманні дозвільних документів) і OPEX (при закупівлі палива і податкових відрахувань).

3. Для стратегії В при використанні «Блоку когенерації» потужністю 6 МВт теплової енергії та 1 МВт електричної енергії окупність сценаріїв оплати енергії 2 і 3 спостерігається протягом короткострокового періоду (1...2 роки). Для сценарію 1 термін окупності складає близько 4 років. Однак, як і для стратегії А, оптимізація капітальних і поточних витрат значно поліпшить фінансові результати проекту.

4. Сфера застосування «Блоків когенерації» найбільш доцільна для забезпечення автономного та безперебійного енергетичного живлення локальних споживачів: логістичних центрів, залізничних вузлів, об'єктів приміського руху та інших залізничних господарств, морських та річкових портів, про-

мислових підприємств, об'єктів збройних сил (військові містечка, військові частини, бази зберігання, склади, полігони та ін.).

Література

1. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-p> (дата звернення 01.11.2018) – Назва з екрана.

2. Енергетичний баланс України. [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2016/energ/en_bal/Bal_2015_u.zip (дата звернення 01.11.2018) – Назва з екрана.

3. Енергетичний потенціал біомаси в Україні / [Лакида П.І., Гелетуха Г.Г., Васишин Р.Д. та ін.]. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2011. – 28 с.

4. Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні. Практичний посібник / За ред. Г. Гелетухи. – К.: «Поліграф плюс», 2016. – 104 с.

5. Практичний посібник з використання біомаси в якості палива у муніципальному секторі України // Програма розвитку Організації Об'єднаних Націй, 2017. – 64 с.

6. Біоенергетичні проекти: від ідеї до втілення. Практичний посібник / Під загальною

редакцією Тормосова Р.Ю. – К.: ТОВ «Поліграф плюс», 2015. – 208 с.

7. Біоенергетичні проекти. Особливості проектів виробництва теплової енергії з біомаси / Черніг. центр перепідготовки та підвищення кваліфікації працівників органів держ. влади, місцевого самоврядування, держ. п-в, установ і орг.; Уклад.: Зінченко С.В. – Чернігів: Сіверський центр післядипломної освіти, 2016. – 33 с.

8. Till Augustin. IEA – Workshop Copenhagen Small scale biomass co-generation with modern steam engines [Електр. ресурс]. – Режим доступу: http://nnhpe.spbstu.ru/wp-content/uploads/2015/02/Spilling.Prezent_Augustin_Steam_Engines.pdf. – Назва з екрану.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Капіца Михайло Іванович,

д. т. н., професор, завідувач кафедри «Локомотиви», Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, 49010. Україна.

Тел.: +38 056 793 19 61

E-mail: m.i.kapica@ua.fm

ORCID 0000-0002-3800-2920

Куклін Лев Юрійович,

генеральний директор

ТОВ «Газгенераторбау».

Вул. Космічна, 49 Г, м. Дніпро, 49040, Україна.

Тел.: +38 (056) 719-90-69.

E-mail: gasgeneratorbau@gmail.com.

Горячкін Вадим Миколайович,

к.т.н., доцент, доцент кафедри «Теплотехніка», Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Вул. Лазаряна, 2, Дніпро, 49010, Україна.

Тел.: +38 (097)972-52-55.

E-mail: vgora@ukr.net.

ORCID 0000-0002-8952-952X.