

УДК 504.067.2.001.18

**В.Є. КРАСКЕВИЧ, А.В. СЕЛІВАНОВА, В.П. ШВАРЦ**

## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ФІНАНСОВОГО ІНЖИНІРИНГУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОМПЛЕКСУ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ**

***Анотація.** В роботі представлені результати оптимізації структури сміттєпереробного комплексу на основі розробленого алгоритмічного забезпечення для реалізації методології інвестиційного інжинірингу, що дозволяє запропонувати створену методологію та алгоритмічне забезпечення інноваційного інжинірингу для вдосконалення численних проектів сміттєпереробних підприємств та для інших комплексних програм.*

***Ключові слова:** інновація, інжиніринг, переробка відходів, технологія, методологія.*

### **Вступ**

Проект, що розглядається, направлений на створення сучасного екологічно безпечного та комерційно рентабельного виробництва з переробки твердих побутових відходів (ТПВ) у Таврійському об'єднанні територіальних громад (Херсонська область), в нижній течії Дніпра, поблизу численних рекреаційних та туристичних об'єктів Чорноморського та Азовського узбережжя. З огляду на те, що Дніпро – найбільша водна артерія України, яка забезпечує до 75% потреб у прісній воді, проект, що розглядається як пілотний, надзвичайно важливий для країни в цілому.

Проект виконується командитним товариством «Львіворгсинтез» [1] спільно з місцевими радами міст Нова Каховка та Каховка Херсонської області із залученням ряду українських та іноземних інжинірингових компаній – фахівців з технологій переробки ТПВ. Техніко-економічний аналіз виконувався з використанням сучасних інформаційних технологій, зокрема методології інноваційного інжинірингу [2], розробленій на кафедрі інформаційних технологій в міжнародній торгівлі Київського національного торговельно-економічного університету<sup>1</sup>.

В межах проекту розглядається проблема переробки побутових відходів регіону, до якого входять міста Нова Каховка, Каховка, Таврійськ, Берислав, Каховський та Бериславський райони Херсонської області (загалом близько 200 тисяч мешканців). Аналіз відходів окремо по житловому та нежитловому секторах дозволив зробити висновки про те, що, по-перше, загальний склад відходів збігається із середнім складом так званого «сімейного відра для сміття»; по-друге, наявна значна кількість компонентів у складі ТПВ, які підлягають окремій переробці, що не дозволяє зупинитись на одній основній технології їхнього рециклінгу, та, по-третє, загальна річна кількість кожного з компонентів недостатня для організації самоокупного виробництва, яке використовуватиме такий компонент як основну сировину.

<sup>1</sup> Автори висловлюють щире подяку завідувачу відділом Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАНУ докторові фіз.-мат. наук С.К. Полумієнку за увагу до всіх етапів роботи – від стадії постановки завдань до тлумачення результатів.

Виходячи з необхідності забезпечення самоокупності виробництва з переробки ТПВ в умовах недостатності діючих муніципальних тарифів та відсутності державних дотацій на утилізацію відходів, використовується підхід, що передбачає організацію сукупності взаємопов'язаних підприємств-учасників індустріального парку, спільна діяльність яких приведе до сукупного синергетичного ефекту.

При підготовці проекту був проведений аналіз сучасних технологій переробки ТПВ. Головна увага приділялась компаніям – власникам авторських прав, що працюють на Європейському ринку, який характеризується спільними ознаками з ринком України – переважно середнім та малим розміром муніципальних громад. Обов'язковим при проведенні аналізу була наявність у компаній – володарів технологій успішних діючих рециклінгових підприємств.

## **Основна частина**

З використанням методики ситуаційного моделювання була проаналізована вхідна та вихідна інформація, зовнішні збурення і обмеження, та, виходячи з еколого-економічних, виробничих та організаційних передумов, було обґрунтоване комплексне технологічне рішення, що забезпечує реальне зниження забруднення довкілля в регіоні. Передбачена переробка як пластику, який має тривалий термін деструкції в природних умовах на синтетичне паливо та/або електроенергію, так і харчових відходів, що найбільш небезпечні з точки зору впливу на навколишнє середовище, – отримання біогазу з подальшою генерацією енергії. Однак розрахунки показали, що висока вартість імпортного обладнання в умовах низьких тарифів на знешкодження відходів не дозволяють забезпечити пряму окупність проекту в розумні терміни.

На основі інформаційних технологій та власної методології інноваційного інжинірингу [2] з урахуванням особливостей регіонального господарства проведено структурування виробництва з переробки ТПВ; обґрунтовано включення до технологічного ланцюжку кількох передових технологій переробки для створення нових конкурентоспроможних продуктів (сучасний будівельний ізолятор «піноскло», енергія сонячної генерації, лікарські рослини в опалюваних теплицях тощо).

В таблиці представлені компоненти, що виділяються з загального потоку ТПВ, згруповані по видах їхньої подальшої переробки.

Результати проведених нами аналізу та вдосконалення структури сміттєпереробного комплексу наведені в табл. 1.

**Технологічний комплекс I** (сортування ТПВ) є окремим замкненим сортувально-пакувальним виробництвом, до якого входять склади сировини (для запобігання простою у випадках можливих затримок підвезення ТПВ) та готової продукції (вторинних ресурсів), а також технологічний транспорт.

**Технологічний комплекс II** (виробництво електроенергії з відходів пластику, а також формування піноскла), утворений на основі агрегатів для деполімеризації відходів пластику з установками попередньої сушки та подрібнення відходів. До складу комплексу входять також установки генерації та когенерації енергії, термічне обладнання для піноскла, складські приміщення для сировини та готової продукції, технологічний транспорт.

Таблиця 1 – Оптимізація переробки ТПВ і продажів енергії та інших матеріалів

	Компоненти	Обладнання	Використання по сезонах		Комплекс
			Холодний	Теплий	
	Папір, картон	Сортувальний комплекс	Продаж компонентів	Продаж компонентів	I
	Чорні метали				
	Кольорові метали				
	Текстиль				
	Каміння, кераміка				
	Скло				
	Пластмаса та полімерна плівка	Комплекс деполімеризації	Продаж електроенергії	Виготовлення та продаж піноскла	II
	Шкіра, гума				
	Органічні відходи	Біогазовий комплекс	Генерація електричної та теплової енергії для обігріву теплиць, вирощування і продажу лікарських рослин	Продаж електроенергії	III
0	Мулові опади стічних вод				
1	Деревина				
2	Кості				
3	Інше (хвости)				
4	Відходи агровиробництва				
5	Генерація сонячної енергії		Електроенергія на продаж	Електроенергія на продаж	IV

**Технологічний комплекс III** (виробництво електроенергії з біомаси, а також вирощування лікарських рослин в опалюваних теплицях) – біогазова станція, оснащена комплектом установок генерації та когенерації електроенергії та своїм технологічним транспортом.

Також передбачається створити не пов'язаний з переробкою ТПВ **Технологічний комплекс IV** для виробництва електроенергії сонячної генерації. Це є раціональним, оскільки генерацію енергії вже передбачено на **комплексах II та III**. З урахуванням клімату в регіоні – кількість годин сонячної активності коливається від 72 в січні до 203 в серпні, а річна сума годин сонячного сяйва складає 1977 [3] – виробництво сонячної енергії буде рентабельним. Сприяє рентабельності й те, що в Україні діє одна з найбільших в Європі величин «зеленого» тарифу (зараз 0,18 € проти середнього по ЄС значення близько 0,15 €).

Проведено аналіз окупності проекту. Згідно з розрахунками фінансування будівництва та закупівлі технологічного обладнання передбачається окремими траншами. Інвестиційні витрати відносяться до кредитних коштів. Розділення кредиту спрямоване на забезпечення окупності проекту та скорочення періоду виплати кредитних відсотків. Процентна ставка складає 5%, відтермінування по виплаті кредиту не передбачене. Згідно з угодами з постачальниками, при проведенні розрахунків прийнято, що основне технологічне обладнання буде встановлено та запущено в роботу за 18 місяців від початку проекту.

При зазначених умовах кредитування при проведенні аналізу, а також сумі виторгу, розрахований на основі песимістичного консервативного сценарію на підставі діючих тарифів на електроенергію, промислові продукти та вторинні ресурси, що будуть постачатися споживачам, одержано, що чистий дисконтований дохід NPV, розрахований на період 6 років є позитивним, що вказує на ефективність проекту (див. рис. 1).

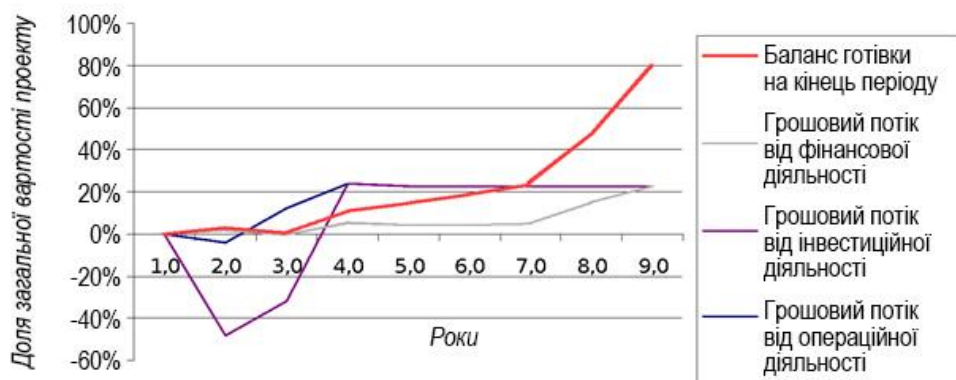


Рис. 1 – Рух грошових коштів при реалізації проекту

Оскільки проект спрямований в першу чергу на вирішення найважливіших екологічних проблем регіону і розглядається як пілотний для всієї України, в розрахунки свідомо закладені низький рівень доходів при максимальних витратах, що, природно, знижує фінансові показники проекту. Також при реалізації проекту будуть опрацьовуватися можливості його

додаткового фінансування за рахунок коштів державних екологічних програм, а також можливих надходжень у відповідності з Кіотсько-Паризькою угодою.

При виборі песимістичного сценарію з використанням методології фінансового інжинірингу та розроблених алгоритмів і обчислювальних програм досягнуто рентабельності проекту за рахунок оптимізації структури сміттєпереробного комплексу, що викликало до нього увагу іноземних постачальників технологічного обладнання. Досягнуто домовленості про кредитування проекту через створення спільного підприємства – оператора (основного виконавця проекту). Розроблена схема фінансування проекту (див. рис. 2), яка оптимізована з точки зору господарського та митного права і забезпечує мінімальні фінансові витрати при введенні та виведенні інвестицій, узгоджена з іноземними учасниками та прийнята до впровадження.

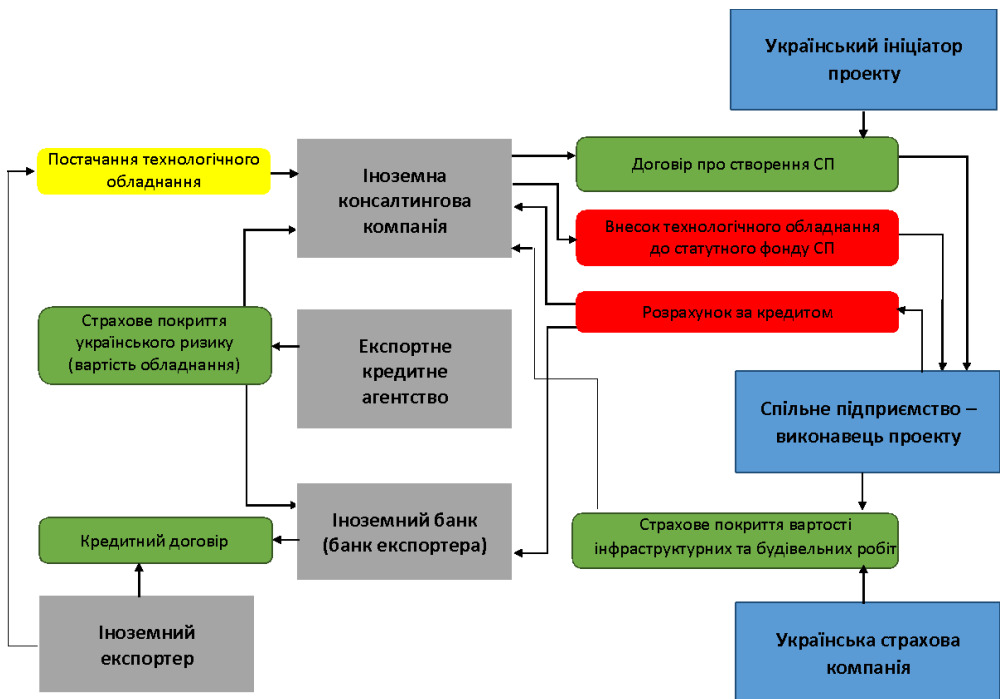


Рис. 2 – Схема фінансування проекту переробки ТПВ

З огляду на ряд об’єктивних та суб’єктивних факторів, створення сучасної інфраструктури в Україні сьогодні без забезпечення успішного трансферу західних технологій неможливе [4]. В той же час, як показав досвід виконання цієї роботи, прямий трансфер технологій не завжди є окупним в зв’язку з великою різницею засад функціонування української та розвинених зарубіжних економік (зокрема, не можна порівнювати промислові ціни на обладнання та матеріали, оплату праці, тарифну політику та розмір державної підтримки цільових програм тощо) [5]. Однак застосування систем підтримки прийняття рішень дозволяють оптимізувати умови трансферу технологій у кожному конкретному випадку.

Для успішного вирішення таких завдань необхідно створити програмно-апаратну систему, що включає в себе засоби збору, обробки та аналізу

інформації, методи багатоваріантного моделювання та дослідження не тільки поточного стану систем, об'єктів, явищ та процесів, а й виявити загрози та проаналізувати наслідки прийнятих рішень. Ключовою особливістю такої системи буде можливість комплексної оцінки проблемних ситуацій на основі застосування методів обробки великих обсягів інформації, оперативних засобів моделювання сценаріїв розвитку, де ситуація визначає стан системи і навколишнього середовища на певний момент або відрізок часу.

## Висновки

На сьогодні авторами розроблене алгоритмічне забезпечення для реалізації методології інвестиційного інжинірингу такої програмно-апаратної системи, а також ряд обчислювальних програм.

В той же час представлені в роботі позитивні результати оптимізації структури сміттєпереробного комплексу дозволяють запропонувати створену методологію та алгоритмічне забезпечення інноваційного інжинірингу [2] не тільки для вдосконалення численних проектів сміттєпереробних підприємств, а й для інших комплексних програм, пряма рентабельність трансферу західних технологій для здійснення яких не є очевидною.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Офіційний веб-сайт Командатного товариства «Львіворгсинтез». [Електронний ресурс] // КТ «Львіворгсинтез». Режим доступу: <http://www.lorgs.com.ua/>
2. Фінансовий інжиніринг як інструмент інноваційної діяльності в інвестиційних проектах / В.Є. Краскевич, А.В. Селіванова // Математичні машини і системи. – 2016. – № 1. – С. 71–78.
3. Інформаційний портал meteoblue. [Електронний ресурс] // Meteoblue. Режим доступу: [https://www.meteoblue.com/ru/%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%BD%D0%BE%D0%B7/modelclimate/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F%D0%9A%D0%B0%D1%85%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0\\_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B8%D0%BD%D0%B0\\_699839](https://www.meteoblue.com/ru/%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%BD%D0%BE%D0%B7/modelclimate/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F%D0%9A%D0%B0%D1%85%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B8%D0%BD%D0%B0_699839)
4. Индустриальные парки Украины: старые грабли на свежую голову? [Електронний ресурс] // Liga.net. Режим доступу: [http://www.liga.net/projects/industrial\\_park/](http://www.liga.net/projects/industrial_park/)
5. Проект Закону про внесення змін до розділу XX "Перехідні положення" Податкового кодексу України щодо розвитку вітчизняного виробництва шляхом стимулювання залучення інвестицій в реальний сектор економіки через індустріальні парки [Електронний ресурс] // Верховна Рада України. Режим доступу: [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_2?id=&pf3516=2554%D0%B0-%D0%B4&skl=9](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_2?id=&pf3516=2554%D0%B0-%D0%B4&skl=9)

*Стаття надійшла до редакції 17.10.2017*