

**Орієнтовний бізнес-план**  
**виробництва гібридних суперконденсаторів**  
*за результатами виконання проекту*

"Асиметричні суперконденсатори з водним електролітом на основі нанокompatитів оксиди заліза і нікелю / відновлений оксид графену та мікропористого вуглецю"

Реєстраційний номер проекту: 2020.02/0043

Конкурс НФДУ "Підтримка досліджень провідних та молодих учених"

## **Актуальність проблеми та перспективи ринку**

Згідно з звітом про дослідження ринку Kings Research, у 2022 році ринок суперконденсаторів оцінювався в 4,78 мільярда доларів США, а до 2030 року очікується ріст до 20,12 мільярда доларів США, що відображає сукупний середньорічний темп зростання 19,68% протягом періоду 2023-2030 років. Використання технологічно інтегрованих рішень для суперконденсаторів і схильність компаній-виробників до методів прогнозованого обслуговування є ключовими факторами, що стимулюють зростання ринку. Сегмент гібридних конденсаторів зростатиме з найшвидшим темпом протягом аналізованого періоду (2022 -2027 роки). Переваги гібридних суперконденсаторів порівняно з ПЕШ конденсаторами – більша густина енергії, нижчий саморозряд, та очікувано більша тривалість експлуатаційна порівняно з літій-іонними акумуляторами. Ринкові ніші гібридних конденсаторів – буферизація енергії, що виробляється з відновлювальних джерел та електроавтотранспорт.

## **Стан ринку. Основні виробники**

### *Panasonic*

Panasonic займається розробкою, виробництвом і продажем електротехнічної продукції. Компанія працює в п'яти звітних сегментах: побутова техніка, життєві рішення, підключені рішення, автомобільні та промислові рішення. Продукти суперконденсаторів пропонуються компанією в сегменті промислових рішень. Суперконденсатори компанії використовуються в автомобільній, енергетичній та нафтогазовій промисловості.

### *Maxwell Technologies*

Maxwell Technologies бере участь у розробці, виробництві та маркетингу рішень для зберігання та доставки електроенергії для автомобільної промисловості, важкого транспорту, відновлюваної енергії, резервного живлення, бездротового зв'язку, промислової та побутової електроніки. Після придбання Maxwell Technologies компанією USAP Power, Inc, компанія працює з двома категоріями продуктів: комірки та модулі. Компанія працює в усіх основних регіонах світу, включаючи Америку, Європу, Африку, Близький Схід і Азіатсько-Тихоокеанський регіон.

### *Eaton*

Eaton – диверсифікована компанія, яка пропонує енергоефективні рішення для управління електричними системами, зокрема засоби захисту мереж та суперконденсатори. Компанія пропонує суперконденсатори в сегменті електротехніки. Ці продукти обслуговують клієнтів на ринках обчислювальної техніки, споживачів, енергетики, промисловості, медицини та транспорту. Вони можуть бути використані для комерційного та військового використання, а також в транспортних системах для підвищення продуктивності, економії палива та безпеки.

**Ідея бізнес- проекту:** виробництво гібридних суперконденсаторів

**Суб'єкт науково-виробничої діяльності:** Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Центр колективного користування науковим обладнанням "Лабораторія нанотехнологій для матеріалознавства, енергетики та медицини" <https://nano-lab.pnu.edu.ua/>.

**Передумови:** створення (2021 р.) в Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника за підтримки Національного фонду досліджень України Центру колективного користування науковим обладнанням "Лабораторія нанотехнологій для матеріалознавства, енергетики та медицини" (<https://nano-lab.pnu.edu.ua/>).

**Напрямок діяльності суб'єкта:** розв'язання актуальних задач у межах законодавчо затверджених пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки (в першу чергу – створення нових речовин і матеріалів) для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави (відповідно до Положення про Центр колективного користування науковим обладнанням «Лабораторія нанотехнологій для матеріалознавства, енергетики та медицини»).

#### **Підстави для реалізації проекту**

Інвестиційний проект планується реалізувати відповідно до змісту закону України "Про наукову і науково-технічну діяльність", зокрема відповідно до розділу 5 "Форми і методи державного регулювання та управління у науковій і науково-технічній діяльності", Стаття 45. "Цілі та напрями державної політики у сфері наукової і науково-технічної діяльності", 2. Держава забезпечує: 8 Створення ринку наукової і науково-технічної продукції та впровадження досягнень науки і техніки в усі сфери суспільного життя;

Інвестиційний проект планується реалізувати в рамках впровадження програмних підсумків Саміту ООН зі сталого розвитку в рамках 70-ї сесії Генеральної Асамблеї ООН (вересень 2015 року, Нью-Йорк) «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року» затверджено 17 Цілей Сталого Розвитку щодо забезпечення глобальних цілей сталого розвитку [<https://ukraine.un.org/uk/sdgs>], зокрема,

*Завдання Цілі 7 (Доступна та чиста енергія).*

- 7.1. Розширити інфраструктуру та модернізувати мережі для забезпечення надійного та сталого енергопостачання на основі впровадження інноваційних технологій
- 7.2. Забезпечити диверсифікацію постачання первинних енергетичних ресурсів
- 7.3. Збільшити частку енергії з відновлюваних джерел у національному енергетичному балансі, зокрема за рахунок введення додаткових потужностей об'єктів, що виробляють енергію з відновлюваних джерел
- 7.4. Підвищити енергоефективність економіки

*Завдання Цілі 9.*

- 9.1. Розвивати якісну, надійну, сталу та доступну інфраструктуру, яка базується на використанні інноваційних технологій, у т. ч. екологічно чистих видів транспорту
- 9.3. Забезпечити доступність дорожньо-транспортної інфраструктури, яка базується на використанні інноваційних технологій, зокрема через розширення форм участі держави у різних інфраструктурних проектах
- 9.4. Сприяти прискореному розвитку високо- та середньовисокотехнологічних секторів переробної промисловості, які формуються на основі використання ланцюгів «освіта – наука – виробництво» та кластерного підходу за напрямками: розвиток інноваційної екосистеми; розвиток інформаційно-телекомунікаційних технологій (ІКТ); застосування ІКТ в АПК, енергетиці, транспорті та промисловості; високотехнологічне машинобудування; створення нових матеріалів; розвиток фармацевтичної та біоінженерної галузей
- 9.5. Створити фінансову та інституційну системи (інноваційну інфраструктуру), що забезпечуватимуть розвиток наукових досліджень та науково-технічних (експериментальних) розробок
- 9.7. Забезпечити збільшення участі молоді у наукових дослідженнях

#### *Завдання Цілі 12.*

- 12.1. Знизити ресурсоемність економіки
- 12.3. Забезпечити стале використання хімічних речовин на основі інноваційних технологій та виробництв
- 12.4. Зменшити обсяг утворення відходів і збільшити обсяг їх переробки та повторного використання на основі інноваційних технологій та виробництв

### **Варіанти реалізації дрібномасштабного виробництва гібридних накопичувачів енергії**

**Варіант 1.** Вхідження в консорціум з компанією (-ями), яка (які) володіє(-ють) виробничими потужностями для виготовлення гібридних накопичувачів енергії.

**Роль команди ПНУ** - науковий супровід виробничого процесу, потокове отримання матеріалів, розроблених в процесі реалізації Проекту (композитних систем на основі ультрадисперсних складних оксидів нікелю і заліза та відновленого оксиду графену (катодний матеріал), а також мікро- та мезо-пористих вуглеців, допованих азотом (анодний матеріал)), які використовуватимуться як електроди гібридних асиметричних конденсаторів з електростатичним та псевдоємнісним механізмом накопичення заряду за умови застосування водних електролітів та колекторів струму, сформованих на основі терморозширеного графіту.

На сьогодні виробники накопичувачів в більшості використовують комерційні компоненти та матеріали, виготовлені зовнішніми фірмами-постачальниками (наприклад Merck (<https://www.merckgroup.com/en>), Tob New Energy (<https://www.tobmachine.com/>)). Позитивні аспекти - роль ПНУ як виробника постачальника матеріалів – можливість швидко (6-9 місяців) впровадити в виробництво основні результати Проекту. Комерційна складова буде визначатися умовами співпраці з членами консорціуму.

**Варіант 2.** Формування власної виробничої лінії та пошук маркетингових можливостей зайняти нішу на ринку.

Оціночні операційні витрати (всі ціна станом на листопад 2023 року, значення вартості матеріалів та обладнання – результати перемовин з безпосередніми виробниками - в абсолютній більшості випадків - з Китайської Народної Республіки. Питання оформлення дозвільної документації (для обладнання яке підпадає під будь-які обмеження, в тому числі пов'язані з воєнним станом в Україні), митного оформлення, доставки, встановлення, налаштування та технічного супроводу, навчання персоналу, сервісного гарантійного обслуговування обладнання залишається за межами розрахунків.

### ***Отримання вуглецевого матеріалу***

#### **Сировина для отримання пористого вуглецевого матеріалу**

Волокна коноплі - ціна 20 грн/кг

(<https://linenofdesna.com/manufacture/konoplyane-volokno/>)

вихід пористого вуглецевого матеріалу:  $\leq 10$  мас. %

Електроенергія для етапу карбонізації та активації 10-12 кВт-год/ кг сировини -

(вартість 6,09 грн/ кВт-год)- оціночна вартість 70 грн/100 г пористого вуглецевого матеріалу.

Хімічні реактиви - луги та кислоти (NaOH, HNO<sub>3</sub>) (<https://sfera.com.ua/>)- орієнтовна вартість 200 грн/100 г сировини

Орієнтовна вартість отримання пористого вуглецевого матеріалу (без вартості обладнання) - до 300 грн/100 г, або 3 грн/г

#### **Обладнання для отримання пористого вуглецевого матеріалу**

Високотемпературна пічка для карбонізації рослинної сировини (наприклад NTI-THL-400W, Changsha Nuotian Electronic Technology Co., або аналог ) - 20-25 тис. USD

Виготовлення реакторів з нержавіючої сталі ( 5 шт) для піролізу -25-35 тис. грн.

Кульовий лабораторний млин (Xiamen Tmax Battery Equipments Limited від NTI-THL-400W, або аналог)-7-8 тис. USD

Пічка для хімічної активації вуглецю (Henan Pyrocore Corporation, Laboratory Atmosphere 1100 1200c Programmable Tube Furnace For Materials Heat Treatment)-

8-16 тис. USD

#### **Загальна орієнтовна вартість обладнання для отримання пористого вуглецевого матеріалу - 45 тис. USD**

*Для порівняння*

Вартість лінії для отримання активованого вугілля, Pyrolysis Biochar Production Charcoal Powder Making Machine (Henan Mingjie Environmental Equipment Co., Ltd.) становить 80-100 тис. USD)

#### **Матеріали для синтезу оксиду графену**

Високочистий графіт 99,9 % (Chengchen Graphite (Qingdao) Co., Ltd.) -50-70 USD/ кг– вихід продукту 20 % від маси графіту

Перманганат калію - 500-700 грн/кг

Перекис водню -100-120 грн/кг

Ортофосфорна кислота – 90-110 грн/кг

Сірчана кислота - 100-120 грн/кг

NaOH- 110-150 грн/кг

масове співвідношення графіт:KMnO<sub>4</sub>: сірчана кислота =1:6:80

Розрахунок вартості хімічних компонент для отримання

0.2 кг колоїдного оксиду графену –

Графіт (1 кг) -2500 грн

KMnO<sub>4</sub> (6 кг) - 4000 грн

Перекис водню (2-3 кг) - 250-300 грн

NaOH (1-2 кг) 100-200 грн

Сірчана кислота (60 кг) -6000 грн

Загальна вартість матеріалів для синтезу 0,2 кг оксиду графену: 13 тис. грн

### **Обладнання та посуд для синтезу оксиду графену:**

Лабораторний посуд - 4-5 тис. грн.

Потужна верхньопривідна мішалка (ArgoLab)- 25-28 тис. грн.

Ультразвуковий диспергатор УЗД-22 Робоча частота 22кГц - 30-35 тис. грн.

Загальна вартість обладнання та посуду для синтезу оксиду графену:

65-70 тис. грн, еквівалент 2 тис. USD

### **Обладнання для синтезу ультрадисперсних оксидів нікелю та заліза**

*Гідротермальний синтез*

Реактор для гідротермального синтезу реактор РВД-2-150 наявний

Недолік - малий вихід продукту при затратах часу та електроенергії

Необхідним є придбання чи виготовлення реакторів більшого об'єму

(наприклад CJF-1 від Zhengzhou Keda Machinery And Instrument Equipment Co., Ltd.) - 2,5-3,0 тис USD

Мінімальна кількість реакторів - 3 шт- загальна вартість 8-9 тис. USD

Ваги лабораторні (BIOBASE BA1055SEM або аналог ) - 900-1200 USD - 2 шт

Мішалка лабораторна (Xi'an Toption Instrument Co.- Toption, або аналог) -200-250 USD- 2 шт.

Загальна вартість обладнання для гідротермального синтезу ультрадисперсних оксидів нікелю та заліза - 11-12 тис. USD

### **Вартість хімічні компонент для синтезу ультрадисперсних оксидів нікелю та заліза**

Нітрат заліза – 1100-1200 грн/кг

Нітрат нікелю – 300-350 грн/кг

Гексадецилтриметиламмоній бромід - 1400 грн/100 г

Енергія 8-12 кВт·год (вартість 6,09 грн/ кВт·год)

Вартість 1 г колоїдного GO - 60 грн.

Затрати на виготовлення 1 грама композиту NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/rGO-70-75 грн/г

### **Розрахунок вартості матеріалів для формування гібридного суперконденсатора**

Оціночна кількість (маса) активного матеріалу, необхідного для виготовлення одного гібридного конденсатора – 1 г для катода та 1 г для анода (далі відбувається масштабування )

Оціночна вартість активного матеріалу, необхідного для виготовлення катода одного гібридного конденсатора (розрахунок на 1 г матеріалу ) –70 грн.

Оціночна вартість активного пористого вуглецевого матеріалу, необхідного для виготовлення анода одного гібридного конденсатора (розрахунок на 1 г матеріалу ) – 5грн.

Оціночна вартість матеріалів, необхідного для виготовлення катодної та анодної композицій гібридного конденсатора (розрахунок на 1 г матеріалу ) –75 грн.

### ***Додаткові матеріали для формування гібридних електрохімічних конденсаторів***

Графітовий папір (ТПГ) для формування струмознімачів - 250LX200W X0.05H mm- 1,60 USD/ шт

Сепаратор для водних електролітів на основі скловолокна (близький за властивостями сепаратора на основі бахітового паперу ) (ТОВ-GF-A, або аналог ) - 200 мм x 50м, товщина 0,3 мм-180 USD

Струмопровідна компонента, ацетиленова сажа, Acetylene Black Conductive Additive (www.tobmachine.com) - 300 USD/кг

Дисперсія політетрафторетилену, зв'язуюче, біндер (наприклад ТОВ-PVDF-770 PVDF) -150-200 USD/кг

Оціночна сумарна вартість додаткових матеріалів , необхідних для конструювання одного гібридного суперконденсатора 0,7-1,0 USD- еквівалент 25-40 грн

Загальна вартість матеріалів та компонент для конструювання 1 гібридного суперконденсатора (розрахунок на 1 г)- близько 100 грн

В рамках припущення про можливі 50 %втрати енергії в результаті накопиченні внутрішнього опору в результаті формування багатокоміркової системи - обґрунтоване значення вартості накопиченої енергії - 300-400 USD/ кВт

**Обладнання для формування електродів**  
(в порядку реалізації технологічних операцій)

1. Вакуумний міксер для приготування та гомогенізації електродної композиції (наприклад TOB-XFZH05 чи аналог) - 5-7 тис. USD
2. Фільтр для електродної композиції, призначений для оптимізації стану колоїдної композиції перед процесом нанесення електрода на струмознімач з метою покращення стабільності характеристик (TOB-GL-500 чи аналог) - 4-5 тис. USD
3. Машина для перенесення (від міксера до установки для нанесення електрода) та проміжного зберігання електродної композиції в умовах, що запобігатимуть втраті якості (TOB-VST-100 або аналог з меншим об'ємом) - 4-5 тис. USD
4. Валковий прес LITH-JS 200 (ручний) - в наявності  
Бажаним є придбання напівавтоматичного валкового пресу (TOB-DR-H150-200 або аналог) - 4,5-5,0 тис. USD.
5. Обертовий віскозиметр (обладнання для перевірки в'язкості електродної композиції) - не критично, проте дуже бажано - NDJ-5S 110V-240v -400-500 USD
6. Машина для нанесення електродної композиції на струмознімач (LITH-SY300, TOB-JS350-3.0, або інший аналог)-28-30 тис USD.
7. Пневматична машина для різки електродів (MSK-180S, TOB-DMQ-350 або аналог)- 4-5 тис. USD.
8. Напівавтоматична машина для намотування призматичної конденсаторної системи в гнучкому корпусі (TOB-JR135-P або аналог) -2,5-3,0 тис USD.
9. Обладнання для перевірки на наявність короткого замикання (TOB-DT-00, об аналог) - 700-1000 USD.
10. Обладнання для металізації та зварювання електродів струмознімачів (TOB-HDP-3000S, або аналог) - 900-1300 USD.
11. Обладнання для запайки та герметизації конденсаторної системи в гнучкій оболонці з вакуумним заповненням електролітом (TOB-YF200-JZ, або аналог) - 1,800-2,500 тис. USD.
12. Обладнання для запайки електрохімічних конденсаторів в гнучкі корпуси з ламінованої плівки (TOB-SFZ-200 або аналог) - 1800-1900 USD.
13. Обладнання для тестування електрохімічних конденсаторів (Battery tester NEWARE BTS4000-5V6A)- 8 каналів є в наявності.

Оціночна сумарна вартість базового обладнання для формування електродів:

62 -65 тисяч USD (мінімальна вартість)

**Підсумок**

Загальна орієнтовна вартість обладнання для отримання пористого вуглецевого матеріалу - 45 тис. USD;

Загальна вартість обладнання та посуду для синтезу оксиду графену (лабораторні умови) –2 тис. USD

Загальна вартість обладнання для гідротермального синтезу ультрадисперсних оксидів нікелю та заліза - 11-12 тис. USD

Загальна орієнтовна вартість базового обладнання для формування електродів:



62 -65 тисяч USD (мінімальна комплектація)

Загальна вартість тільки Обладнання на умовах поставки FOB за класифікацією Інкотермс з Китайської Народної Республіки складає не менше 120-125 тис. USD.

Необхідні додаткові цільові перемовини з виробниками та продавцями, які стосуються вартості і можливості оформлення дозвільної документації, митного оформлення, доставки, інсталяції, налаштування та технічного супроводу, навчання персоналу та гарантійного обслуговування обладнання.

**Важливо:** всі ціни отримані в результаті попередніх перемовин з обмеженим числом виробників і стосуються мінімального за комплектацією та функціоналом обладнання, яке може сформувати повноцінну виробничу лінію.

### **Розміщення лінії вимагає виробничої площадки що задовольняє таким мінімальним вимогам :**

Приміщення що складатиметься мінімум з 5 кімнат (не зонування!)

1. Технологічна лабораторія - отримання пористого вуглецевого матеріалу (площа не менше 30 м<sup>2</sup>) – наявність окремого входу, димовідводу, приточної та витяжної вентиляції, електропостачання до 20 кВт·год (з резервом 5 кВт·год), водопостачання, каналізації, спеціалізованої каналізації для кислотних та лужних відходів + суміжне приміщення (площа не менше 10-12 м<sup>2</sup>) з рампою як склад сировини.
2. Хімічна лабораторія – отримання оксиду графену, синтез оксидів нікелю та заліза, отримання композитів (площа не менше 30 м<sup>2</sup>) - наявність окремого входу, приточної та витяжної вентиляції, електропостачання до 10 кВт·год (з резервом 3 кВт·год), водопостачання, каналізації, спеціалізованої каналізації для кислотних та лужних відходів.
3. Лабораторія для конструювання гібридних конденсаторів (площа не менше 50 м<sup>2</sup>) наявність окремого входу, приточної та витяжної вентиляції, електропостачання до 20 кВт·год (з резервом 5 кВт·год), водопостачання, каналізації.
4. Приміщення для обробки даних та персоналу (площа не менше 20 м<sup>2</sup>)- суміжне з лабораторією для конструювання, наявність приточної та витяжної вентиляції, електропостачання до 10 кВт, водопостачання та каналізація.
5. Склад готової продукції – площа не менше 20 м<sup>2</sup>, наявність витяжної вентиляції, електропостачання до 5 кВт·год.

Загальна площа приміщень 150 м<sup>2</sup>. Загальна споживана потужність до 65 кВт·год.

### **Потенційні партнери**

1. YUNASKO (<https://yunasko.com/>, Україна-Великобританія) – розробник і ліцензіар технології для накопичувачів електричної енергії, які застосовуються в громадському електротранспорті, зеленої енергетики і електромережах. Компанія розробляє та виготовляє суперконденсатори та літій-іонні конденсатори. Потужні енергонакопичуючі пристрої ЮНАСКО пройшли випробування у відомих незалежних лабораторіях (, Institute of Transportation Studies, Davis, USA; Wayne State University, Detroit, USA; JME, Cleveland, USA.) та на базі лабораторій клієнтів

і партнерів (наприклад, VW group, PSA group, Renault, BFFT – Audi, MTS Systems – Ferrari, Moog, US Air Force тощо). Випробування підтвердили високу якість та визначні характеристики потужності, ефективності та надійності продукції компанії Юнаско. Акцент на розробку мобільних накопичувачів енергії для автомобільного транспорту, та військових застосувань

2. «Чисті енергетичні технології» (<https://sorbiforce.com/?> Україна-США)- розробник (2019-2023) і ліцензіар технології гібридних суперконденсаторів, підтримка фонду Нобеля та Google (Startups Ukraine Support Fund). Акцент на створення стаціонарних накопичувачів для буферизації енергії, отримуваної з відновлювальних джерел.

### **Підстави для співпраці : захист прав на інтелектуальну власність**

відповідно до п.6 "Права На Результати Реалізованого Проєкту" Договору про виконання наукового дослідження і розробки за рахунок грантової підтримки № 2/0043 від 01 травня 2023 року, майнові права інтелектуальної власності, створені під час проведення досліджень і розробок за рахунок грантової підтримки, належать Грантоотримувачу, крім випадків, передбачених частиною другою статті 11 Закону України «Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій». Таким чином, співпраця можлива за умови забезпечення авторських прав учасників Проєкту як працівників організації - грантоотримувача (Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника), відповідно до чинного законодавства.

**Варіант 1.** Входження в консорціум з компанією (-ями), яка (які) володіє(-ють) виробничими потужностями для виготовлення гібридних накопичувачів енергії .

<b>Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника</b>				
<b>Ключові партнери</b>	<b>Ключова діяльність</b>	<b>Ціннісна пропозиція</b>	<b>Відношення з клієнтами</b>	<b>Сегменти користувачів</b>
YUNASKO «Чисті енергетичні технології»	Виробництво електродних матеріалів для суперконденсаторів, елементів для джерел накопичення електричної енергії	Електродні матеріали для гібридних суперконденсаторів, що забезпечують питому ємність 100-250 Ф/г (питома енергія до 40 Вт·год/кг). Наявність спеціального обладнання для тестування структурних, морфологічних, електрофізичних та електрохімічних властивостей електродних матеріалів пристроїв накопичення електричної енергії	Взаємовідносини проходять через проведення перемовин, семінарів, презентацій, виставок, інформацію на сайті	Корпоративні клієнти. Підприємства енергетичної галузі-оператори засобів відновлювальної енергетики Індивідуальні власники відновлювальних джерел енергії
	<b>Ключові ресурси</b>		<b>Канали</b>	
	Науко-технічні результати, отримані в рамках реалізації Проєкту, обладнання партнерів, хімічні реактиви та комплектуючі, висококваліфіковані фахівці в сфері синтезу електродних матеріалів		Основним каналом збуту є веб-сайт та спеціалізовані виставки. Роздрібна та оптова торгівля елементів для джерел накопичення електричної енергії	
<b>Структура витрат</b>			<b>Структура доходів</b>	
Матеріальні витрати, витрати на оплату праці, витрати на соціальні відрахування, амортизація			дохід від реалізації промислової продукції, дохід від виконання наукових досліджень, дохід за користування спеціалізованим обладнанням	

<b>Ключові партнери</b>	<b>Ключова діяльність</b>	<b>Ціннісна пропозиція</b>	<b>Відношення з клієнтами</b>	<b>Сегменти користувачів</b>
Зовнішній інвестор (інвестори)	Виробництво гібридних суперконденсаторів	Гібридні суперконденсатори, що забезпечують питому ємність 100-250 Ф/Г (питома енергія до 40 Вт·год/кг). Наявність спеціального обладнання для тестування структурних, морфологічних, електрофізичних та електрохімічних властивостей електродних матеріалів пристроїв накопичення електричної енергії	Взаємовідносини проходять через проведення перемовин, семінарів, презентацій, виставок, інформацію на сайті	Корпоративні клієнти. Підприємства енергетичної галузі-оператори засобів відновлювальної енергетики Індивідуальні власники відновлювальних джерел енергії
	<b>Ключові ресурси</b> Науко-технічні результати, отримані в рамках реалізації Проекту, обладнання українських та світових виробників, хімічні реактиви та комплектуючі, висококваліфіковані фахівці в сфері синтезу електродних матеріалів		<b>Канали</b> Основним каналом збуту є веб-сайт та спеціалізовані виставки. Роздрібна та оптова торгівля елементів для джерел накопичення електричної енергії	
<b>Структура витрат</b>			<b>Структура доходів</b>	
Матеріальні витрати, витрати на оплату праці, витрати на соціальні відрахування, амортизація			дохід від реалізації промислової продукції, дохід від виконання наукових досліджень, дохід за користування спеціалізованим обладнанням	

**Варіант 2.** Пошук інвестора, формування власної виробничої лінії та пошук маркетингових можливостей зайняти нішу на ринку.

## Оцінка окупності інвестицій (витрат), майбутніх грошових потоків і їх зміни в часовому розрізі

1. Розрахунок окупності за **Варіантом 1** "Входження в консорціум з компаніями, які володіють виробничими потужностями для виготовлення гібридних накопичувачів енергії" можливий тільки за умови отримання детальної інформації про умови співпраці, розподіл майнових та інтелектуальних прав і обов'язків.

1. Розрахунок окупності за **Варіантом 2** "Пошук інвестора, формування власної виробничої лінії та пошук маркетингових можливостей зайняти нішу на ринку"

Одноразові інвестиції у виробництво (розрахунок на 1 рік роботи) включають

1. Вартість обладнання на умовах FOB Інкотермс - 120-125 тис. USD
2. Вартість оформлення дозвільної документації, митного оформлення, доставки, інсталяції, налаштування та технічного супроводу, навчання персоналу та гарантійного обслуговування обладнання відповідно до практичного досвіду **не менше 35%** від вартості обладнання на умовах FOB -44тис USD.

Одноразові інвестиції у виробниче дорівнюють не менше 170 тис. USD.

Щорічні інвестиції у забезпечення функціонування виробництва (розрахунок на 1 рік роботи) включають

- 1.. Вартість оренди виробничої площадки в м. Івано-Франківську площею 150 м<sup>2</sup> (ціна 75-80 грн/м<sup>2</sup>/місяць)-12 000 грн / місяць (станом на листопад 2023 р.)- 3,5-4,0 тис. USD/рік
2. Електроенергія (вартість 6,09 грн/ кВт·год), водопостачання та водовідведення - оціночно 3-4 тис. USD на рік (не враховуючи тепlopостачання ).
3. Оплата праці мінімум 4 працівників (заробітна плата + нарахування на заробітну плату)- 600 USD/ місяць /працівника.

Загальний річний фонд заробітної плати 600x4x12≈30 тис. USD

Вартість придбання матеріалів та компонент для виробництва (груба оцінка) - 20 тис. USD /рік

Загальна сума річних інвестицій у виробництво 58 тис. USD

### Очікувані характеристики готової продукції

Номинальний вольтаж - 48 В

Номинальна ємність - 60-100 А·год

Характеристики окремого пристрою 1-2 кВт

### Очікувана собівартість готової продукції

(собівартість накопиченої енергії) - 400 USD/кВт·год

**Очікувана ціна готової продукції -**

500 USD/кВт (100\$ доходу на 1 кВт·год енергії проданого пристрою)

### Очікувана тривалість окупності інвестицій

При доході 80 тис. USD / рік (за умови обсягу річних продажів 400-800 накопичувачів при загальній енергетичній ємності продаж 800 кВт·год) термін окупності складає 8-9 років без врахування видатків на оподаткування (рис 1)

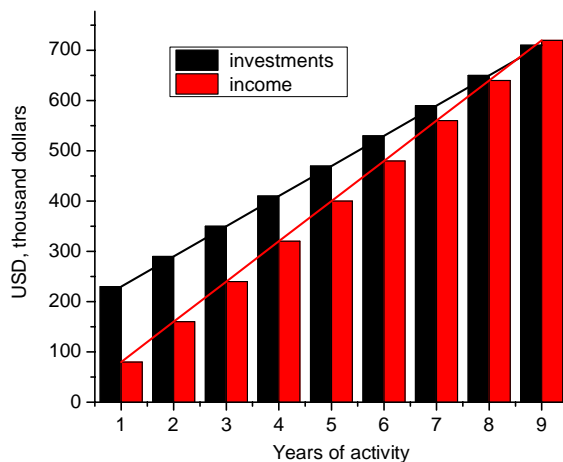


Рис. 1.

Термін окупності може варіювати в залежності від обсягів продажів

### Контакти

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника  
Центр колективного користування науковим обладнанням  
"Лабораторія нанотехнологій для матеріалознавства, енергетики та медицини"  
(за підтримки Національного фонду досліджень України)  
<https://nano-lab.pnu.edu.ua/>  
д.ф.-м.н., професор Володимир Коцюбинський

volodymyr.kotsuybysky@pnu.edu.ua  
+380973803959

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=9232955000>

<https://orcid.org/0000-0001-6461-937X>