

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ
ВИКОНАВЧОГО ОРГАНУ КИЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
(КИЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ)
КИЇВСЬКЕ ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ВІДДІЛЕННЯ МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
(КИЇВСЬКА МАЛА АКАДЕМІЯ)

Відділення технічних наук

Секція: екологічно безпечні технології та ресурсозбереження

**УНІВЕРСАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ МЕХАНІЧНИХ
КОЛИВАНЬ ДЕРЕВ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ**

Роботу виконала:

Коваленко Олена Олександрівна

26 травня 2005 року

Учениця 10 класу

Політехнічного ліцею НТУУ “КПІ”

Солом’янського району міста Києва

+380661220504

olena.kovalenko.kpi@gmail.com

Науковий керівник:

Козленко Олег Володимирович, завідувач

лабораторії кріогенної техніки ФМФ КПІ

імені Ігоря Сікорського

+380634404063

Педагогічний керівник:

Матвійчук Олексій Васильович,

ПЛ НТУУ “КПІ”, вчитель фізики, кафедра

загальної фізики та фізики твердого тіла,

ФМФ КПІ імені Ігоря Сікорського,

доцент, канд. пед. наук

+380966021925

Згода на оприлюднення

*Я, Коваленко Олена, згодна на
оприлюднення моєї наукової роботи.*

30.06.2021

Коваленко


УНІВЕРСАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ МЕХАНІЧНИХ КОЛИВАНЬ ДЕРЕВ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ

Коваленко Олена Олександрівна; Київське територіальне відділення Малої академії наук України; Комунальний позашкільний навчальний заклад “Київська Мала академія наук учнівської молоді”; Політехнічний ліцей НТУУ “КПІ” м. Києва; 10 клас; м. Київ; науковий керівник: Козленко Олег Володимирович, завідувач УНКЛКТ ФМФ КПІ ім. Ігоря Сікорського; педагогічний керівник: Матвійчук Олексій Васильович, ПЛ НТУУ “КПІ”, вчитель фізики, кафедра загальної фізики та фізики твердого тіла, ФМФ КПІ імені Ігоря Сікорського, доцент, канд. пед. наук

Мета: створення пристрою, який перетворює механічні коливання гілок дерева під час дії вітру в електричний струм.

Гіпотеза: гілки дерев під дією вітру створюють механічні зворотно-поступальні (вібраційні) коливання, які можна перетворити на електричний струм на основі явища електромагнітної індукції.

Актуальність: Питання полягає у важливості пошуку нових альтернативних джерел отримання електроенергії з метою ресурсозбереження нашої Планети.

Причина дослідження зумовлена тим, що існуючі альтернативні джерела отримання електроенергії: найбільш поширені сонячні батареї та вітрогенератори не є універсальним, оскільки вимагають виведення з обігу великих земельних ділянок, складності у встановленні, високій затратності, потребі в обслуговуванні.

Завдання роботи: 1. Аналіз використання генераторів, що перетворюють механічні коливання на електроенергію. 2. Висунення гіпотези, розробка ідеї. 3. Конструювання моделі автономної системи вироблення енергії «дерево-генератор» на основі магнітно-левітаційних генераторів, тестування її параметрів, встановлення характеристик.

Висновки: результати дослідження можуть бути використані для вироблення альтернативної електроенергії в місцевостях, де є неможливим встановлення сонячних батарей, вітрогенераторів та інших джерел альтернативної енергії. Розроблений дерево-генератор може бути використаний в лісах, парках на деревах біля доріг (з відкритим доступом до вітру). На розроблений пристрій було отримано патент №144866 “Стаціонарна автономна система електроосвітлення”, дата з якої є чинними права – 27.10.2020.

Ключові слова: альтернативна енергетика, індукційні генератори електричного струму, механічні коливання, сила вітру.

Шановні члени журі!

Темою мого дослідження «Універсальна система для перетворення механічних коливань дерев в електроенергію» є отримання електроенергії від поступальних коливань гілок дерев. Я цікавлюсь питанням отримання альтернативної, зеленої енергії та технологіями цієї галузі, займаюсь дослідницькою діяльністю в лабораторії кріогенної техніки кафедри теоретичної фізики ФМФ КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Причиною дослідження є те, що встановлення сонячних батарей чи вітрогенераторів не є універсальним за рахунок потреби у великій площі відкритих поверхонь, складності у встановленні, високій затратності, потребі в обслуговуванні. Метою дослідницької роботи є винайдення джерела енергії, яке перетворює коливання гілок дерев на змінний електричний струм. Під час дослідження було створено модель дерево-генератора. Із створеним прототипом пристрою були проведені польові експерименти, в ході яких було встановлено вольт-амперні характеристики дерево-генератора, розраховано його потужність.

Однією з проблем, які виникли під час проекту був пошук способів підвищення потужності дерево-генератора. Потужність надалі може бути підвищена, наприклад, за допомогою збільшення кількості та розмірів електромагнітних котушок, використання більш потужних магнітів. Іншою проблемою був пошук правильного розміщення котушок. Електромагнітні котушки на створеному прототипі розташовані вертикально. В перспективі ми плануємо їх розміщувати ще й горизонтально для повного використання потенціалу коливання дерев.

Я не знаю, якій праці хотіла б присвятити себе, але точно впевнена, що створений під час цього дослідження прилад має потенціал для широкого практичного застосування. Цільовою аудиторією проекту є відкриті для інновацій туристи; люди, які люблять відпочинок на природі; лісники; організації, що впроваджують дистанційний моніторинг лісів чи парків. Створений прилад надасть можливість підзарядки телефонів на будь-якій місцевості, встановлення GSM модуля надасть доступ до мобільного інтернету. Енергія вироблена дерево-генератором може бути використана для освітлення доріг, лісів, парків. Особливим досягненням я вважаю отримання патенту №144866 “Стационарна автономна система електроосвітлення”, дата з якої є чинними права – 27.10.2020.

З повагою Олена Коваленко

17. 12. 2020



ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ОТРИМАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ПІД ЧАС ЗВОРОТНО-ПОСТУПАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ	7
1.1. Електромагнітні генератори	7
1.2. Маятникові генератори	8
1.3. Маятниковий гідрохвильовий генератор електричного струму.....	9
1.4. Виникнення коливань дерев	10
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ПРИСТРОЮ ОТРИМАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОСНОВІ ЗВОРОТНО-ПОСТУПАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ КРОН ДЕРЕВ	12
2.1. Розробка корисної моделі дерево-генератора.....	12
2.2. Створення установки дерево-генератора.....	14
2.3. Аналіз роботи «дерево-генератора» в залежності від частоти коливань	16
2.4. Ефективність, способи застосування та шляхи подальшого розвитку	17
ВИСНОВКИ	19
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	20
ДОДАТКИ	21

ВСТУП

Питання можливості отримання відновлюваної екологічної енергії з метою стримування негативного впливу традиційної енергетики на негативні процеси зміни клімату є актуальним сьогодні. Відновлювана енергетика – це сфера, що вивчає екологічно чисте джерело енергії, яке не змінює функціональну структуру Землі та надає можливість зменшити навантаження на ресурси та знизити загальну ресурсозатратність, а отже сприяє подоланню бідності та відповідального споживання. Втручання в природні процеси з використанням джерел альтернативної енергії мінімальне, подекуди взагалі не впливає на зміну клімату та забезпечує збереження екології на відміну від викопного палива, яке має здатність вичерпуватися, забруднювати атмосферу шкідливими викидами, що сприяє збільшенню парникового ефекту та поширенню різноманітних хвороб внаслідок погіршення екології [1].

Надійним і екологічним є використання геліоенергетики, геотермальної та вітрової енергетики, але встановлення сонячних батарей чи вітрогенераторів не є універсальним за рахунок потреби у великій площі відкритих поверхонь.

Для вирішення цієї проблеми можна встановлювати джерела альтернативної енергії на дерева й отримувати енергію від коливань гілок дерев. Отже, під час дослідження була висунута **гіпотеза**: гілки дерев під дією вітру створюють механічні зворотно-поступальні (вібраційні) коливання, які можна перетворити на електричний струм на основі явища електромагнітної індукції.

Тому **особистим внеском** є проведення аналізу відомих генераторів, що перетворюють коливання в електроенергію, конструювання моделі розробленого генератора, проведення серії експериментів.

Термін виконання – 1 рік (початок розробок – лютий 2020 року).

Предмет дослідження: індукційний генератор з магнітно-левітаційним ефектом.

Об'єкт дослідження: електрична енергія, отримана при механічних коливаннях

гілок дерев; ефективність використання явища електромагнітної індукції в генераторах змінного електричного струму.

Метою дослідження є створення пристрою, який дозволив би перетворити механічні коливання гілок дерева під час дії вітру в електричний струм, який можна використати для освітлення доріг, підзарядки телефонів або створення дистанційної системи моніторингу лісу.

Методи дослідження: 1) бібліосемантичний; 2) моделювання; 3) емпіричний.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі **задачі**:

1. Визначити основні методи отримання електричної енергії, що можуть бути використані під час зворотно-поступальних коливань.

2. Обрати найефективніший метод та пристосувати його для встановлення на гілці дерева.

3. Сконструювати модель дерево-генератора на основі магнітно-левітаційних генераторів.

4. Запропонувати методику використання «Дерево-генератора»

Місце виконання проекту: учбово-наукова лабораторія криогенної техніки кафедри теоретичної фізики ФМФ КПІ імені Ігоря Сікорського.

Наукова новизна: вперше створено модель стаціонарної автономної системи вироблення енергії «дерево-генератор». У якому використано явище електромагнітної індукції (електромагнітні генератори). На цю корисну модель було отримано патент №144866 “Стаціонарна автономна система електроосвітлення”, дата з якої є чинними права – 27.10.2020 (Додаток А);

Практичне та наукове значення: проект може бути застосований як екологічне джерело енергії з можливістю встановлення в лісах, парках та лісових місцевостях (важкодоступних для інших альтернативних джерел). Екологічну енергію отриману від джерела можна накопичувати, і використовувати для різних цілей.

РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ОТРИМАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ПІД ЧАС ЗВОРОТНО-ПОСТУПАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ

В Розділі 1 (теоретичному розділі) розглянуто основні фізичні принципи та явища на основі яких працює створений під час дослідження пристрій дерево-генератор; принцип роботи основних складових установки; принцип роботи одного з аналогів пристрою.

1.1. Електромагнітні генератори

Генератор - це пристрій, який перетворює механічну енергію, отриману від зовнішнього джерела, в вихідну електричну енергію [4].

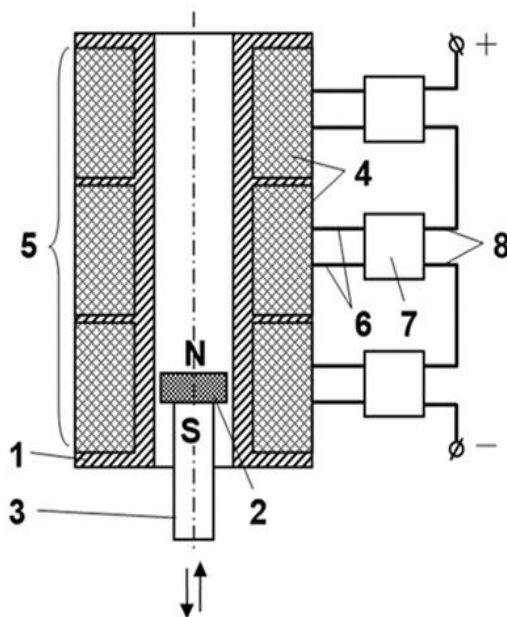
Робота генератора ґрунтується на явищі електромагнітної індукції відкритого у 1831 році Майклом Фарадеєм [2]. М. Фарадей на основі досліджень встановив, що при зміні магнітного потоку крізь поверхню, обмежену провідним контуром, в ньому виникає електричний струм.

Важливою особливістю явища електромагнітної індукції є його універсальність. Як показали досліди Фарадея, виникнення ЕРС індукції не залежить від причини та способу зміни потоку.

Потік крізь контур можна змінювати багатьма конкретними способами, але є тільки дві різні причини його зміни. Це або рух контура чи його частини у магнітному полі, або зміна із часом (нестационарність) самого магнітного поля. Істотно й те, що ЕРС індукції визначається швидкістю зміни потоку, а не його величиною. Тому за відповідних умов у слабкому полі ЕРС може виявитися великою, а в сильному – незначною [2].

Електричний генератор містить постійний магніт, який знаходиться у корпусі, що має вигляд труби з не феромагнітного матеріалу, а також щонайменше дві секції індуктивної котушки, які розташовані послідовно навколо корпусу, при цьому обмотки кожної із цих секцій призначені для приєднання до споживача електроенергії, обмотку обох секцій індуктивної котушки приєднаної до діодного моста, при цьому виходи діодних мостів можуть бути з'єднані між собою послідовно або паралельно (рис. 1.1). [3]

Під час руху магніту відносно корпусу електромагнітного генератора і відповідно індуктивної котушки у її секціях генерується електрорушійна сила, яка завдяки діодному мосту буде сталого напрямку незалежно від напрямку руху корпусу і магніту [6].



1. Корпус у вигляді труби з неферомагнітного матеріалу.
2. Постійний магніт.
3. Стрижень з неферомагнітного матеріалу.
4. Секції котушки індуктивності.
5. Котушка індуктивності.
6. Кінці обмотки.
7. Індивідуальний діодний міст.
8. Виходи діодних мостів.

Рис. 1.1. Будова індукційного генератора з рухомих магнітним стержнем

1.2. Маятникові генератори

Існують електричні генератори на основі маятника (рис. 1.2), які складаються з постійних магнітів, під'єднаних до генераторів постійного струму зі зворотно-поступальними, коливальним або вібраційним рухом магніту, якоря або системи котушок або будь-якого іншого елемента магнітного ланцюга.

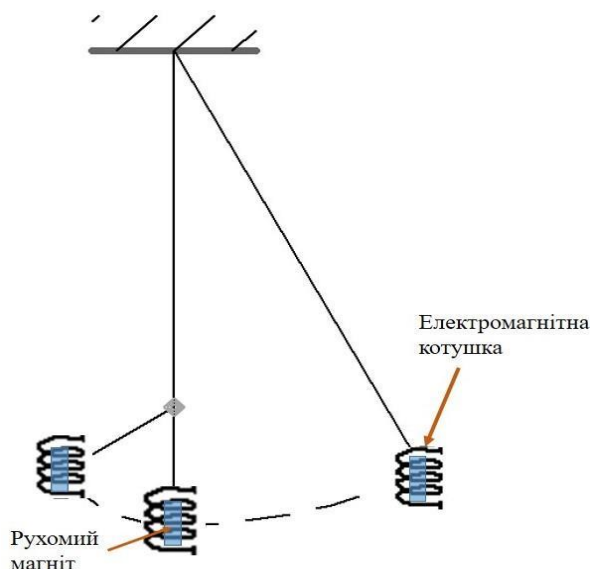


Рис. 1.2. Будова маятнікового генератора

Недоліки: великі габарити (велика амплітуда коливань), коливання в одній площині.

1.3. Маятніковий гідрохвильовий генератор електричного струму

Прикладом генераторів, які виробляють електроенергію від коливань є маятнікові гідрохвильові генератори. Це вид електричних генераторів маятнікового типу, що містять статор (нерухому частину) і ротор (рухому частину), у яких сердечники з котушками і системою їх порушення забезпечують вироблення електричного струму при вільному підвісі статора в плаваючому засобі, що має можливість циклічних коливань на кут α при русі хвиль води, і виконанні таких же циклічних коливань генератором в поперечній площині щодо вертикальної осі, за рахунок його постійної орієнтації до центру тяжіння Землі.

Конструкція гідрохвильових електричних генераторів маятнікового типу може бути встановлена на плаваючому засобі, яким може бути індивідуальний поплавок, або групова платформа, чи спеціальне судно.

На рис. 1.3 показані установки маятнікових гідрохвильових генераторів електричного струму яких вісь 5 підвісу статора 2 зміщена щодо осі 7 обертання валу 3 ротора і забезпечує генератору можливість повороту на кут $\pm \alpha$ на плаваючому засобі при хитанні хвилями. При цьому опори 4 генератора можуть бути розміщені на корпусі 43 плаваючого засобу, що має кили 44 для його орієнтації перпендикулярно руху хвилі, а також шестерні 9, сектори 23 провідних зубчастих

коліс, шестерні 33, їх осі 34, зубчасті колеса 35 і інші конструктивні елементи генератора. Цей варіант кращий при малих хвилях, оскільки він сприяє розгойдуванню плаваючого засобу.

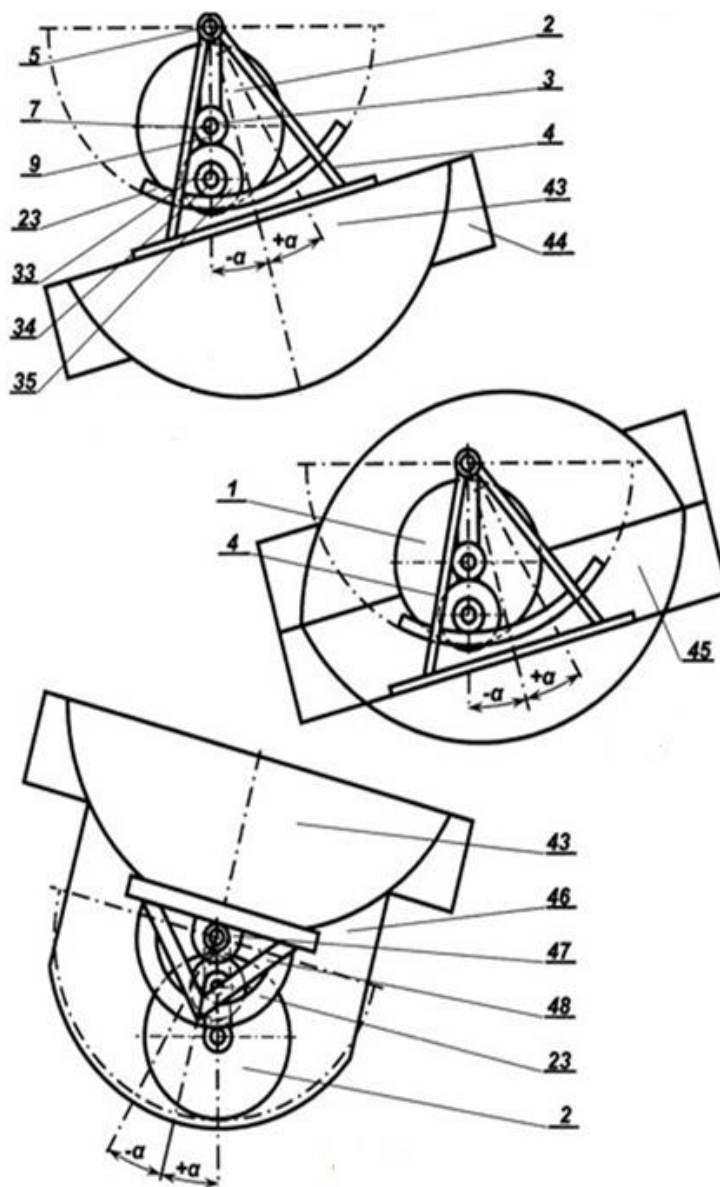


Рис. 1.3. Маятниковий гідрохвильовий генератор електричного струму

При зворотному хитанні установки відбувається зміна обертання зубчастих коліс, шестерень, ротора і статора на протилежні, а з наступною хвилею цикл повторюється. Відносне обертання проти один одного ротора і статора веде до вироблення електричного струму [7].

1.4. Виникнення коливань дерев

З точки зору механіки будь-яке дерево являє собою складну конструкцію, що включає наступні пружні елементи: стовбур; великі гілки; тонкі гілки, розташовані

на гілках; голки або листки, розташовані на тонких гілках. Кожний елемент має власну частоту коливань. Залежність частоти коливань від сили вітру показано в таблиці 1.1 [5].

Табл. 1.1

Залежність частоти коливань гілок та голок або листків від швидкості вітру

u_{∞} , м/с	Колівання Гілок		Колівання голок або листків	
	A' , мм	f' , Гц	A'' , мм	f'' , Гц
1,1	0,40	2,0	0,75	60–70
1,6	0,45	2,0	0,89	62–70
1,9	0,46	2,1	0,99	58–67
2,5	0,52	2,1	1,39	60–70
3,1	0,58	2,1	1,52	65–70
3,6	0,62	1,9	1,70	60–70

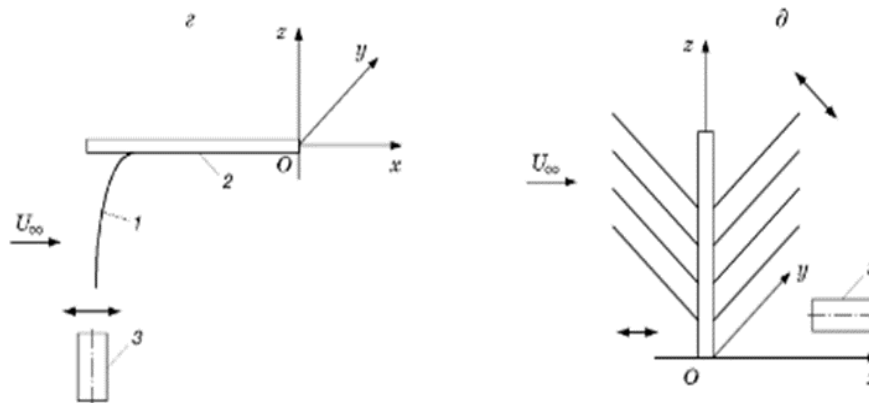


Рис. 1.4. Схема обтікання вітром г) горизонтальної та д) вертикальної гілок

При ламінарному характері обтікання гілок (повітрям) при числі Рейнольдса $Re > 60$ виникає вихрова доріжка. Вихрові доріжки можуть генерувати акустичний шум і бути джерелом коливань [5].

Отже, огляд наукової літератури підтвердив можливість отримання електроенергії від коливань на основі явища електромагнітної індукції за допомогою магнітно-левітаційних генераторів; ефективність використання цієї технології в схожому пристрої.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ПРИСТРОЮ ОТРИМАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОСНОВІ ЗВОРОТНО-ПОСТУПАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ КРОН ДЕРЕВ

В Розділі 2 (практичному розділі) розкрито прикладну частину проекту: принцип роботи корисної моделі, розробку установки, проведені експерименти та їх результати, створення 3D моделі промислового прототипу установки, порівняння з існуючими аналогами, розрахунок енергетичних та економічних характеристик, рекомендації щодо використання.

2.1. Розробка корисної моделі дерево-генератора

Виконання цього дослідження передбачає розробку його програми, яка включає чотири послідовних етапи. Перший етап передбачав вивчення інформації щодо видів генераторів, методів отримання електричної енергії за допомогою конвертування механічної енергії поступального коливального руху амортизатора в електричну. На другому етапі розроблено концепт пристрою і фізичного обґрунтування його роботи. На третьому етапі, відповідно до отриманих даних і запропонованої конструкції, виготовлено модель пристрою. Четвертий етап передбачав проведення експериментів та аналіз даних.

Нами була висунута **гіпотеза**: гілки дерев під дією вітру створюють механічні зворотно-поступальні (вібраційні) коливання, які можна перетворити на електричний струм на основі явища електромагнітної індукції.

Запропонована система містить автономне джерело електричної енергії та акумуляторну батарею, при цьому опору змонтовано на дереві, а автономне джерело електричної енергії виконане у вигляді сукупності індукційних генераторів електричного струму, змонтованих щонайменше на одній рамі, закріпленій на стовбурі та гілці дерева з можливістю гойдання, коливання та обертання (рис. 2.1).

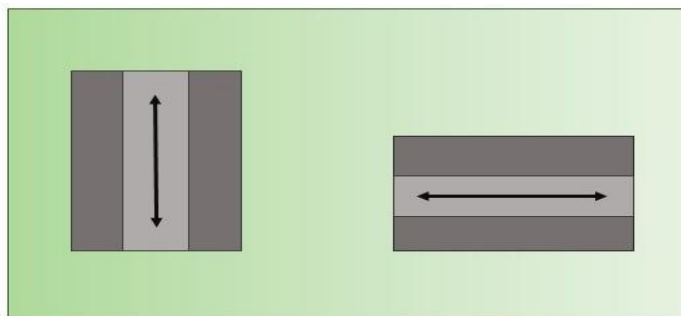


Рис. 2.1 Індукційні генератори для горизонтальних та вертикальних коливань

У найприйнятніших прикладах виконання системи кожний індукційний генератор електричного струму закріплено на відповідній рамі за допомогою гнучкого елемента, наприклад, гвинтової пружини розтягу, а опору для освітлювальної лампи споряджено гніздом USB-роз'єму, електрично з'єднаним з акумуляторною батареєю.

Забезпечуються спрощення та зручність виготовлення, монтажу та експлуатації системи.

Сутність корисної моделі пояснюється кресленням (рис 2.2), на якому зображено схему запропонованої стаціонарної автономної системи вироблення енергії. Під час дослідження електричну енергію отриману від розробленого пристрою було використано для живлення пристрою моніторингу лісу.

Стаціонарна автономна система «дерево-генератор» містить водостійкий корпус 1, маскувальну систему 2, автономне джерело електричної енергії 3 та акумуляторну батарею 4, при цьому систему змонтовано на гілці дерева 5, а автономне джерело електричної енергії 3 виконане у вигляді сукупності індукційних генераторів електричного струму 6, змонтованих щонайменше на одній рамі 7, закріпленій на стовбурі та гілці дерева 5 з можливістю гойдання, коливання та обертання. Також кожний індукційний генератор електричного струму 6 може бути закріплено на відповідній рамі 7 за допомогою гнучкого елемента 8, наприклад, гвинтової пружини розтягу, а систему маскування 1 – споряджено гніздом USB-роз'єму 9, який електрично-з'єднаним з акумуляторною батареєю 4.

Під час вітру (що особливо актуально в лісі або вздовж автотрас міжміського та приміського сполучення) він діє не лише безпосередньо на кожен з рам 7

автономного джерела електричної енергії 3, а й на крону, стовбур і гілки дерева 5, що додатково приводить до відносного руху елементів кожного індукційного генератора електричного струму 6, а отже й підвищує ефективність генерування ним електричної енергії, яка витрачається передусім на підзарядку акумуляторної батареї 4. При цьому дія рухомого повітря на індукційні генератори електричного струму може бути спричинена як природним вітром, так і транспортними засобами, що рухаються повз дерево.

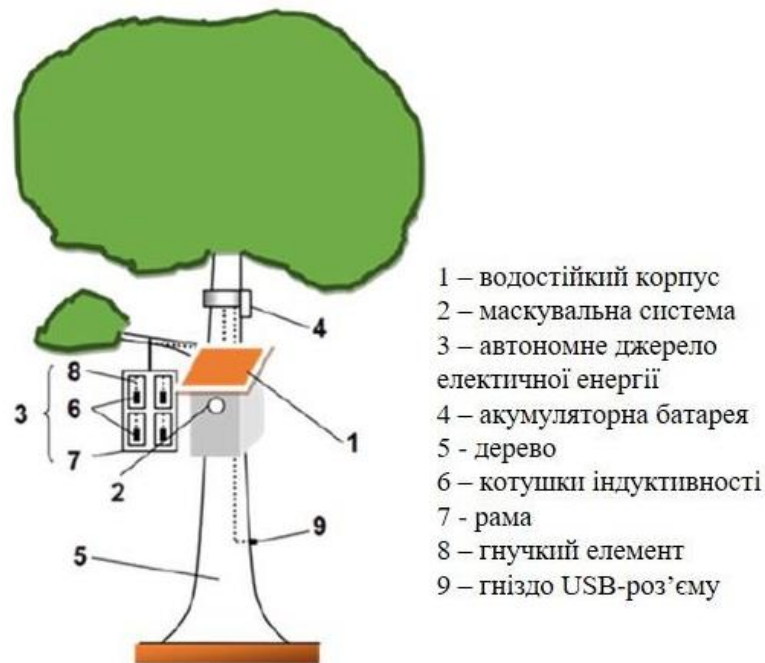


Рис. 2.2 Схема автономної системи вироблення енергії

2.2. Створення установки дерево-генератора

Для проведення тестування та випробування запропонованої ідеї генератора було необхідно створити установку.

На рамі було закріплено чотири індукційних генератори з мідною обмоткою та рухомими магнітами.



Рис. 2.3 Установка (основні складові пристрою: 1. чотири електромагнітні котушки з мідною обмоткою; 2. Стержні з закріпленими на них магнітами; 3. Магніт ззовні котушки; 4. Куточки для підтримки котушок; 5. Діодний місток; 6. Рама на якій закріплені котушки)



Рис. 2.4 Установка з підключеним до неї мультиметром

2.3. Аналіз роботи «дерев-генератора» в залежності від частоти коливань

Зі створеною установкою було проведено низку експериментів з метою перевірки гіпотези та припущень, встановлення характеристик коливання, вимірювання кількості отриманої електроенергії.

Установці було надано коливання з частотою 4-8 Гц (частота коливань гілок дерева залежить від швидкості вітру) й імітували дію на установку змінної сили з боку гілки дерева.

Вага установки: 1 кг.

Перед створенням моделі ми проаналізували чинники, які впливають на вироблення струму, і визначили, що сила струму і напруга збільшуються при зростанні частоти коливань, яка залежить від швидкості вітру, що діє на гілки дерева. Отже, чим вища швидкість вітру, тим більша частота коливань та сила його дії на гілки. (табл. 2)

Крони дерев здійснюють вертикальні коливання, тому і левітаційні генератори розташовані вертикально. При коливанні гілки дерева рухомі магніти всередині електромагнітних котушок здійснюють вертикальні коливання, відповідно викликають зміну магнітного поля. На основі явища електромагнітної індукції виробляється змінний струм, який надалі випрямляється за допомогою діодного моста і накопичується в акумуляторі.

Табл. 2.1

Залежність сили струму та напруги від частоти зворотно-поступальних коливань гілок дерева, та сили, що діє з боку гілки на установку

№	Частота коливань, Гц	Сила дії з боку гілки, Н	Сила струму, мА	Напруга, В
1	4	4.9	192,2	0.22
2	6	9.8	237,9	0.25
3	8	2.45	310,4	0.33
4	10	41.7	373	0.44
5	12	45	386	0.52

Середня сила струму: $I = 300 \text{ mA}$

Середня напруга: $U = 0,35 \text{ V}$

Середня потужність: $0,1 \text{ Вт}$

Результати експерименту показали можливість отримання електроенергії від сконструйованого дерево-генератора. Електричний струм, отриманий від пристрою прямо пропорційно залежить від частоти коливань гілок дерева (Додаток Е).



Рис. 2.5 Графік залежності сили струму від частоти коливань

2.4. Ефективність, способи застосування та шляхи подальшого розвитку

Вартість промислової моделі дерево-генератора складається з вартості електромагнітних котушок, рами для їх закріплення, діодного моста та акумулятора й складає 400 грн (Додаток Ж). Додатковими є витрати на встановлення, тож кінцева вартість приблизно 1000 грн. Вартість вітрогенератора потужністю 10 КВт становить 500000 грн.

Пропонований генератор за високої частоти коливання гілок (12 Гц за швидкості вітру 6 м/с) досягає потужності 0,03 КВт за годину. За такої самої швидкості вітру вітрогенератор Altek FD 10 має потужність 10 КВт.

Щоб досягти потужності вітрогенератора потрібно 333 установки дерево-генератора, загальна вартість яких становить 333000 грн, що на 34% менше вартості вітрогенератора. Дерево-генератор є дешевшим у порівнянні з іншими джерелами альтернативної енергії, може бути встановлений на будь-якій місцевості, відкритій до доступу вітру. (Додаток З)

Розрахунок вартості енергії: зелений тариф енергії складає 6 гривень за 1 КВт на годину. Дерево-генератор виробляє 0.03 КВт за годину вартістю 0.18 грн.

Розрахунок окупності: За місяць дерево-генератор виробляє $0.03 \cdot 24 \cdot 30 = 21.6$ кВт вартістю 130 грн. Припустимо, вартість установки із обслуговуванням та встановленням складає 1000 грн, тоді $1000/130 = 8.75$ місяців - термін окупності приладу.

Задля підвищення потужності можна використовувати більші за розміром котушки з більш потужними магнітами, встановлювати електромагнітні котушки як вертикально, так і горизонтально в залежності від типу крон дерева. Дерево-генератор досягає потужності 0.03 кВт, яку надалі можливо підвищити. (додаток Г)

Розроблений нами пристрій дерево-генератор може бути встановлено в парках, лісах чи гірських місцевостях на дереві, що має відкритий доступ до вітру (наприклад біля доріг). Можливе розташування дерево-генератора зображене на рис. 2.6.

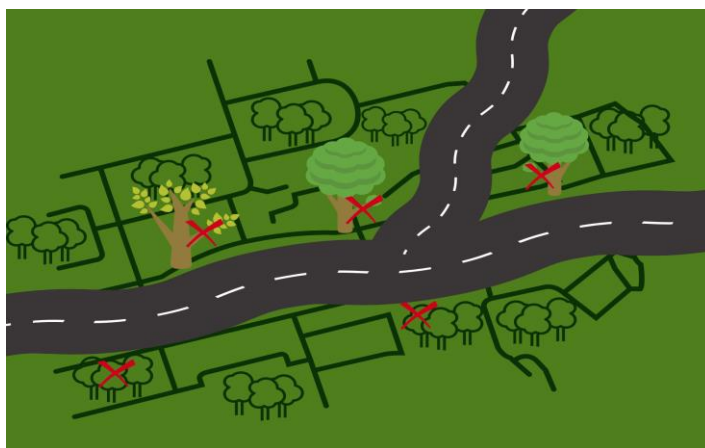


Рис. 2.6 Схема розташування дерево-генератора

Отже, розроблена установка для вироблення електричної енергії характеризується тим, що її опору змонтовано на дереві, автономне джерело електричної енергії виконане у вигляді сукупності індукційних генераторів електричного струму, змонтованих щонайменше на одній рамі, закріплених на стовбурі або гілці дерева з можливістю коливання та обертання. Потужність створеного прототипу може в подальшому підвищена. Використання дерево-генераторів є можливим на будь-якій місцевості (бажано з відкритим доступом до вітру). Вартість дерево-генераторів, потрібних для досягнення потужності 10 кВт є на 34% меншою від вартості вітрогенератора.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз теоретичних положень показав, що енергію зворотно-поступальних коливань гілок дерева можна перетворити на змінний електричний струм шляхом використання явища електромагнітної індукції.

2. Під час дослідження було розроблено пристрій, який було використано як джерело електричної енергії, що отримує її від поступальних коливань гілок дерев.

3. Цей пристрій є ефективним за рахунок електричних генераторів з можливістю гойдання, коливання та обертання, що відповідає напрямку коливання складових дерева та пришвидшує вироблення електроенергії.

4. Динамічність забезпечено шляхом закріплення генераторів електричного струму на відповідній рамі за допомогою гнучкого елемента (гвинтової пружини розтягу) з можливістю руху.

5. Пропонована конструкція має можливість встановлення в лісах, парках, гірських місцевостях (важкодоступних для встановлення сонячних батарей чи вітрогенераторів).

6. Результати дослідження були підтверджені лабораторними експериментальними дослідженнями (з використанням створеної установки) та теоретичними розрахунками.

7. На розроблену технологію було отримано патент №144866 “Стаціонарна автономна система електроосвітлення”, дата з якої є чинними права – 27.10.2020.

8. Подальший розвиток полягатиме у модернізації стаціонарної автономної системи «дерево-генератор» для крон хвойних дерев, що створюють вертикальні коливання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Башинська Ю., Гамкало З. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії.
URL: https://www.researchgate.net/publication/328465529_NETRADICIJNI_TAJIDNOVLUVALNI_DZERELA_ENERGII_Lvivska_oblast_prirodni_umovi_ta_resursi
(дата звернення 30.12.2020)
2. Бригінець В.П., Подласов С.О. ФІЗИКА ДЛЯ БАКАЛАВРІВ. ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ. URL: <http://physics.zfft.kpi.ua/mod/book/view.php?id=297&chapterid=47> (дата звернення 30.12.2020).
3. Гаврилюк Д. В., Козленко О. В., Лисенко В. М., Мельник М. М. / Патент "Електричний генератор" // Номер патенту: 116993.
4. Генератор. Будова генератора і принцип дії. URL: http://gpl.co.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=130:generator-the-structure-and-principle-of-the-generator&catid=34:special-subjects&Itemid=169 (дата звернення 30.12.2020).
5. Гришин А. М., Голованов А. Н., Медведев В. В. О возникновении колебаний элементов лесных материалов и их влиянии на режимы запала и горения. *Прикладная механика и техническая физика*. 2001. Т. 42, №4. С.127-135.
6. Куценко Ю.М., Яковлев В.Ф., Смуригін В.М., Ковальов О.В., Вужицький А.В. / Електричні машини і апарати: навчальний посібник / К.: Аграрна освіта, 2013 . С. 108-109.
7. Настасенко В. О. Перспективи розвитку гідрохвильових електростанцій та особливості охорони праці і безпеки їх експлуатації. *Науковий вісник Херсонської державної морської академії*. 2013. № 2. С. 130-139.

ДОДАТКИ

Додаток А

Перша сторінка отриманого нами патенту №144866 на розроблену корисну модель –
“Стационарна автономна система електроосвітлення”.



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **144866** (13) **U**

(51) МПК (2020.01)
F21S 8/08 (2006.01)
F21S 9/04 (2006.01)
F21W 111/02 (2006.01)
F21W 131/10 (2006.01)
H02K 35/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
 ВЛАСНОСТІ
 ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
 “УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
 ВЛАСНОСТІ”

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2020 03654</p> <p>(22) Дата подання заявки: 18.06.2020</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 27.10.2020</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 26.10.2020, Бюл.№ 20</p>	<p>(72) Винахідник(и): Козленко Олег Володимирович (UA), Мікульонюк Ігор Олегович (UA), Нестеренко Максим Миколайович (UA), Коваленко Олена Олександрівна (UA), Немировський Анатолій Володимирович (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ЛІЦЕЙ НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ УКРАЇНИ “КПІ” М. КИЄВА, просп. Перемоги, 37, корп. 7, к. 537, м. Київ-56, 03056 (UA)</p>
---	---

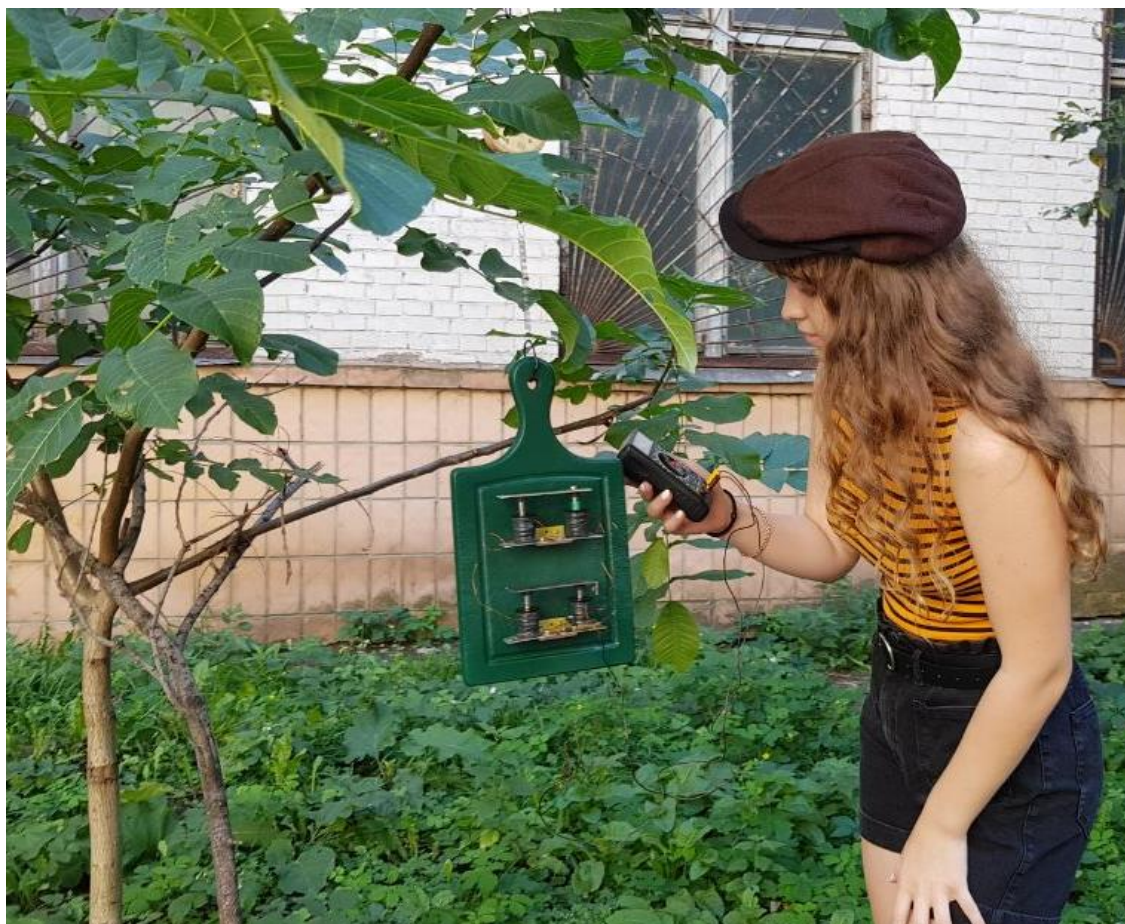
(54) СТАЦІОНАРНА АВТОНОМНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРООСВІТЛЕННЯ**(57) Реферат:**

Стационарна автономна система електроосвітлення містить опору для освітлювальної лампи, а також електрично з'єднані з освітлювальною лампою автономне джерело електричної енергії та акумуляторну батарею. Опору для освітлювальної лампи змонтовано на дереві, а автономне джерело електричної енергії виконане у вигляді сукупності індукційних генераторів електричного струму, змонтованих щонайменше на одній рамі, закріпленій на стовбурі та/або гілці дерева з можливістю гойдання, коливання та/або обертання.

UA 144866 U

Додаток Б

Проведення вимірювань для визначення характеристик створеного дерево-генератора.



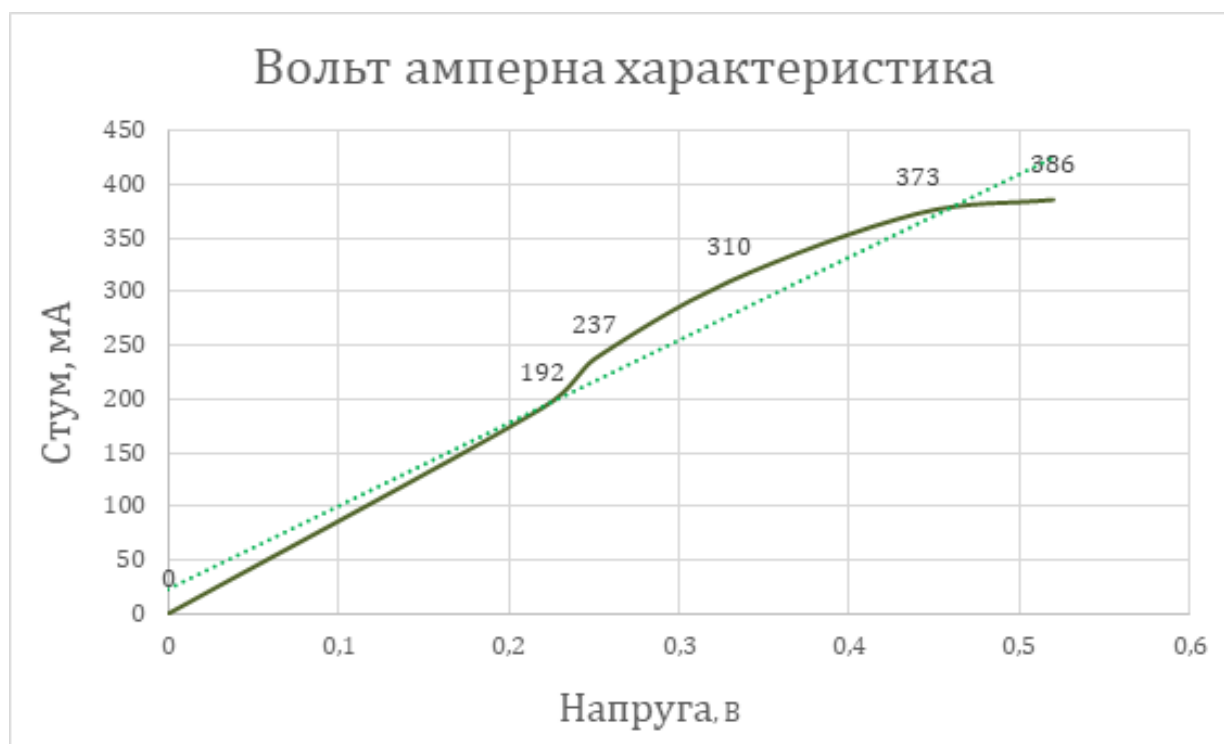
Додаток Г

Шляхи удосконалення розробленого пристрою
Збільшення розмірів котушок індуктивності для підвищення потужності



Додаток Е

Вольт амперна характеристика пристрою «дерво-генератор»



Додаток Ж

3D модель промислового прототипу древо-генератора



Додаток 3

Порівняння з іншими джерелами альтернативної енергії

 Тип джерела	 Місцевість	 Вартість	 Використання	 Розташування на гірській чи лісистій місцевості
Дерево-генератор	На будь-якій місцевості з доступом вітру	30 €	<ul style="list-style-type: none"> - Працює протягом доби - Не завдає шкоди птахам - Ризик: пошкодження гілки внаслідок погодних умов 	✓
Вітрогенератор постійного вітру	На рівнинній місцевості з доступом вітру	14500 €	<ul style="list-style-type: none"> - Працює протягом доби - Лопаті можуть травмувати птахів - Ризик: пошкодження лопастей внаслідок сильного вітру 	✗
Вітрогенератор переривчастого вітру	На рівнинній місцевості з доступом вітру	150 €	<ul style="list-style-type: none"> - Працює протягом доби - Не шкодить птахам - Ризик: перелом основи внаслідок сильного вітру 	✗
Гідрохвильовий генератор	На хвилях та біля берега	1200 €	<ul style="list-style-type: none"> - Ефективний лише за наявності хвиль - Не шкодить птахам, морським тваринам - Ризик: ушкодження внаслідок сильних хвиль 	✗
Сонячна батарея	На рівнинній сонячній місцевості	105 €	<ul style="list-style-type: none"> - Працює лише вдень - Розміщення на великих площах впливає на клімат - Ризик: ушкодження внаслідок перегріву 	✗