

*Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет*

**КАФЕДРА ЕКОНОМІКИ, ПІДПРИЄМНИЦТВА
ТА БІЗНЕС-АДМІНІСТРУВАННЯ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

*Тема: Удосконалення організації постачання електричної енергії сонячної
електростанції оператора системи розподілу*

*Спеціальність 051 «Економіка»,
освітня програма 8.051.00.11 «Економіка та бізнес-інновації»*

Завідувач кафедри:

О.І. Карінцева

Керівник роботи:

О.І. Карпіщенко

Виконавець:

А.В. Горбуль

Група:

Е.мз – 11с

Суми 2022

*Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет*

**КАФЕДРА ЕКОНОМІКИ, ПІДПРИЄМНИЦТВА
ТА БІЗНЕС-АДМІНІСТРУВАННЯ**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри економіки,
підприємництва
та бізнес-адміністрування
_____ **О.І. Карінцева**
«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
до кваліфікаційної роботи магістра

Студентки групи Е.мз-11с , 2 курсу СумДУ.
Спеціальності 051 «Економіка»
Освітня програма 8.051.00.11 «Економіка та бізнес-інновації»

_____ Горбуль Анастасія Віталіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема індивідуальної роботи: Удосконалення організації постачання електричної енергії сонячної електростанції оператора системи розподілу.

Затверджую наказом по СумДУ № _____ від «__» __ 20__ р.
Термін здачі студентом закінченої роботи: «__» _____ 20__ р.

Вихідні дані до роботи: існуюча автономна сонячна електростанція приватного будинку.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробленню):

- розрахунок споживчих навантажень будинку;
- дослідження географічного розташування ділянки, оцінка рівня інсоляції;

- розрахунок необхідних параметрів та вибір сонячних панелей та додаткового обладнання для трьох варіантів різних потужностей;
- розрахунок техніко-економічних показників для оцінки ефективності та терміну окупності проектів.

Перелік ілюстрацій:

- Супутниковий знімок земельної ділянки
- Таблиця рівнів сонячної інсоляції міст України
- Схематичне зображення системи автономної СЕС
- Порівняння спожитої та згенерованої електроенергії помісячно для автономної СЕС
- Схематичне зображення системи мережевої СЕС
- Порівняння спожитої та згенерованої електроенергії помісячно для мережевої СЕС на 20 кВт

Дата видачі завдання: «_____» _____ 20__ р.

Керівник кваліфікаційної роботи магістра _____
(вч. звання, П.І.Б.)

Завдання прийняв(ла) до виконання: «_____» _____ 20__ р.

_____ підпис студента(ки)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№п/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розрахунок споживчих навантажень будинку	01.10.2022	
2	Дослідження географічного розташування ділянки, оцінка рівня інсоляції	11.10.2022	
3	Аналіз існуючої автономної СЕС на 5 кВт	15.10.2022	
4	Розрахунок необхідних параметрів та вибір сонячних панелей та додаткового обладнання для мережевої СЕС на 20 кВт	01.11.2022	
5	Розрахунок техніко-економічних показників мережевої СЕС на 20 кВт	07.11.2022	
6	Оформлення пояснювальної записки	01.12.2022	

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____(підпис)

РЕФЕРАТ

с. 40, рис. 21, табл. 22,

Бібліографічний опис: Горбуль А. В. Удосконалення організації постачання електричної енергії сонячної електростанції оператора системи розподілу [Текст]: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістра; спец.: 051 Економіка / А.В. Горбуль; наук. керівник О.І. Карпіщенко. – Суми: СумДУ, 2022. – 53 с.

Ключові слова: електрична мережа, сонячна електростанція, альтернативні джерела енергії, "зелений тариф"; electric network, solar power plant, alternative energy sources, "green tariff".

Короткий огляд – В даній магістерській роботі досліджується удосконалення організації постачання електричної енергії сонячної електростанції оператора системи розподілу. Розглядаються варіанти заміни існуючої автономної СЕС на мережеву задля продажу надлишкової згенерованої електричної енергії та задоволення власних потреб споживання приватного будинку. Виконуються розрахунки для аналізу доцільності встановлення СЕС різних потужностей, їх терміну окупності, вибору сонячних панелей та додаткового обладнання.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АКБ – акумуляторні батареї;

ВДЕ – відновлювальні джерела енергії;

НКРЕКП – національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг;

РЕМ – район електричних мереж;

СЕС – сонячна електростанція;

ТЕО – техніко-економічне обґрунтування.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЖИТЛОВИЙ ОБ'ЄКТ	9
1.1 Класифікація і загальна характеристика електроприймачів.....	9
1.2 Географічне розташування та характеристики місцевості	11
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СПОЖИВАННЯ ЖИТЛОВОГО ОБ'ЄКТА ТА ГЕНЕРУВАННЯ ІСНУЮЧОЇ АВТОНОМНОЇ СЕС.....	22
2.1 Розрахунок споживаної електроенергії для житлового об'єкта.....	22
2.2 Аналіз існуючої автономної сонячної електростанції на 5 кВт	25
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ.....	30
3.1 Розрахунок мережевої сонячної електростанції на 20 кВт	30
3.2 Ефективність СЕС	36
ВИСНОВОК.....	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	41

ВСТУП

Сучасний етап розвитку економіки характеризуються певними загальносвітовими трендами, що викликані переходом до сталого розвитку, дією промислових революцій «Industry 3.0» [21,22,28,31,32,33,34,36,39,40,41,43,44,45] та «Industry 4.0» [14,15,16,20,23,24,35,37,38,42]. В руслі цих тенденцій розвивається і вітчизняна економіка, для якої дуже важливим наразі є енергетична незалежність. І в цьому першу роль має відігравати відновлювані джерела енергії.

В Україні продовжує зростати відсоток відновлювальної енергетики, але поки що досі залишається не значним. Все більше здобувають популярність сонячна енергетика. Влада заохочує населення встановлювати альтернативні джерела енергії, ввівши "зелені тарифи".

В даній магістерській роботі досліджується удосконалення організації постачання електричної енергії сонячної електростанції оператора системи розподілу. Розглянутья варіанти заміни існуючої автономної СЕС на мережеву задля продажу надлишкової згенерованої електричної енергії та задоволення власних потреб споживання приватного будинку. Будуть виконані необхідні розрахунки для аналізу доцільності встановлення СЕС різних потужностей, вибору сонячних панелей та додаткового обладнання. Для цього необхідно:

- оцінити енергоспоживання вибраного приватного будинку;
- провести аналіз потенціалу сонячної енергії місцевості;
- провести розрахунок необхідних параметрів та вибрати відповідні сонячні панелі та додаткове обладнання;
- розробити схему підключення СЕС до будинку та зовнішньої мережі;
- виконати техніко-економічний аналіз для оцінки терміну окупності проектів.

Метою даної роботи є систематизація, закріплення та використання набутих знань з дисциплін професійної підготовки під час розрахунків техніко-економічних показників проектів.

Основними задачами в даній роботі є розрахунок та аналіз доцільності сонячної електростанції для задоволення власних потреб приватного будинку в електроенергії та продажу електроенергії в мережу за "зеленим тарифом".

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЖИТЛОВИЙ ОБ'ЄКТ

1.1 Класифікація і загальна характеристика електроприймачів

Згідно ПУЕ п.1.2.7, "приймач електричної енергії (електроприймач) – це апарат, агрегат, механізм, призначений для перетворення електричної енергії в інший вид енергії" [1].

"У квартирах та приватних будинках використовують електроприймачі малої потужності. Це освітлення, всі електричні прилади, до яких входять побутова техніка, електронні пристрої. Ще два роки тому договірна потужність побутових споживачів складала 3 кВт, але все більша частка населення можуть дозволити собі не тільки мінімальний набір техніки, тому таке обмеження потужності стало катастрофічно не вистачати для задоволення потреб середньостатистичної родини.

Аби ввімкнути тостер, чи фен, необхідно впевнитися, що разом з іншими включеними приладами, він не перевищить ліміт, і споживач не залишиться без світла, так як у власників може "вибити" захисні автомати та зникнути світло" [2].

У березні 2021 комісія НКРЕКП внесла зміни, відповідно до яких мінімальним може бути приєднання на рівні 5 кВт. Нажаль, загострення пандемії не пришвидшило перехід до нової потужності, а з початку повномасштабної війни у лютому 2022 року зовсім зупинило процес і відклало його на невизначений термін, оскільки першочерговим є усунення наслідків заподіяної шкоди, тобто відбудова зруйнованих джерел електроенергії та відновлення мереж електропостачання.

Для приватного будинку навіть збільшений ліміт потужності здебільшого не відповідає потребам споживання, особливо в домівках без централізованого опалення, з бойлерами, чи теплою підлогою. Тому останніми роками

домогосподарства мали тенденцію самостійно підвищувати договірну потужність, звертаючись до місцевого обленерго за платною послугою.

В даній роботі планується провести розрахунок електроспоживання середньостатистичного житлового одноповерхового приватного будинку. Перелік основних електроприймачів з найбільшим споживанням електроенергії наведено в табл. 1.1.1. Всі значення споживаної потужності взяті з технічних характеристик електроприладів, викладених у вільному доступі.

Таблиця 1.1.1 – Основні електроприймачі та їхня потужність

Електроприймач	Кількість електроприладів од	Потужність одного електроприладу, кВт	Загальна потужність, кВт
Лампи світлодіодні Emilight	25	0,008	0,2
Кондиціонер HYUNDAI	1	2,3	2,3
Пральна машина з сушкою Whirlpool	1	1,85	1,85
Бойлер Atlantic Steatite Cube Slim	1	1,5	1,5
Варильна поверхня електрична PERFELLI	2	1,2	2,4
Праска Philips	1	2	2
Електрочайник PHILIPS	1	2,2	2,2
Холодильник BOSCH	1	0,4	0,4
Мікрохвильова піч Ardesto	1	0,7	0,7
Пилосос Gorenje	1	0,75	0,75
Телевізор Philips	1	0,031	0,031
Максимум потужності	-	-	≈ 14,3

В таблиці перераховані електроприймачі з найвищою потужністю в будинку. Максимально можлива споживана потужність становить менше 15 кВт.

Але одночасно всі ці прилади не працюватимуть, отже знайдене максимальне значення на практиці майже неможливе. В середньому в приватних будинках одночасно споживається не більше 5-7 кВт. Детальніше розглянуто в розд. 2.1.

1.2 Географічне розташування та характеристики місцевості

Середньорічний потенціал сонячної енергії в Україні (1235 кВт·год/м²) є достатньо високим для широкого впровадження як теплоенергетичного, так і фотоенергетичного обладнання практично в усіх областях. В цілому фотоенергетичне обладнання може достатньо ефективно експлуатуватися протягом року.

На об'єми генерації сонячної електростанції впливають такі параметри навколишнього середовища як:

- інтенсивність сонячного випромінювання;
- температура повітря.

Приватна ділянка, що розглянута в цій роботі, знаходиться в м. Суми, Зарічному районі. Розташування об'єкту показано на рис.1.2.1 здобутому зі знімків супутника для "Гугл-мап".

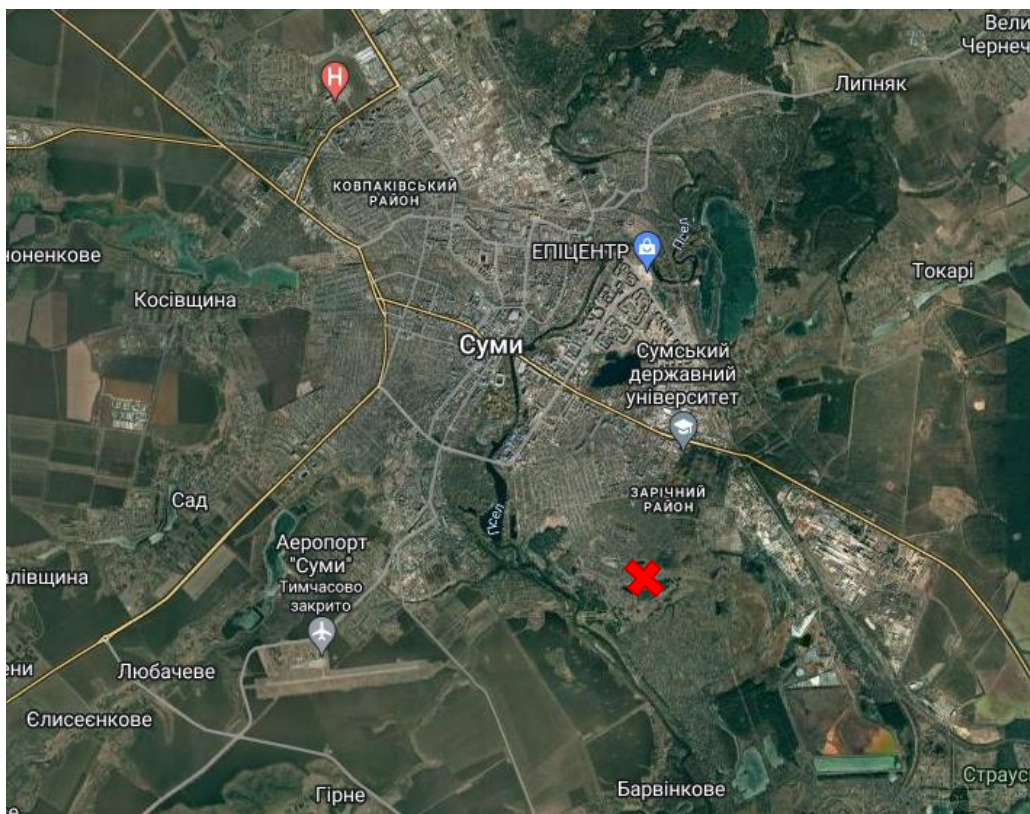


Рисунок 1.2.1 – Місцезнаходження земельної ділянки

Вибране місце встановлення сонячних панелей максимально позбавлене будь-яких об'єктів, що можуть перешкодити потраплянню променів на встановлені сонячні панелі. Воно немає затінь, навколо відсутні дерева, високі будівлі, паркани, тощо. Зі сторони будинку знаходиться приватний сектор з одноповерховими будівлями, зі сторони міста в усіх напрямках споруд немає, і не прогнозується у найближчі роки. Також ділянка розташована далеко від доріг, через що на сонячні панелі не осідатиме додатковий пил. Знімок земельної ділянки зображено на рис.1.2.2. Всі позначення вулиць та номерів будинків приховані, так як не мають особливого значення.

Для проектування системи електропостачання приватного будинку обрану земельну ділянку яка вже є приватизованою. Тому при розрахунку витрат на встановлення сонячної фотоелектричної установки витрати на купівлю / оренду, переоформлення та приватизування не враховуються.



Рисунок 1.2.2 – Супутниковий знімок земельної ділянки

Перевагами ділянки також є квадратна форма і простий рельєф, тому що складності в даних параметрах тягнуть за собою додаткові труднощі і витрати. Враховано також орієнтацію земельної ділянки, так як краще розташування фотопанелей буде по південному схилу.

Підсумовуючи вище наведене, на генерацію СЕС впливає рівень інсоляції в регіоні. Це показник кількості сонячної радіації. Чим він вищий, тим більше може генерувати станція. За даними НАСА [4] складена карта випромінювання і потенціалу сонячної енергії в Україні (рис.1.2.7).

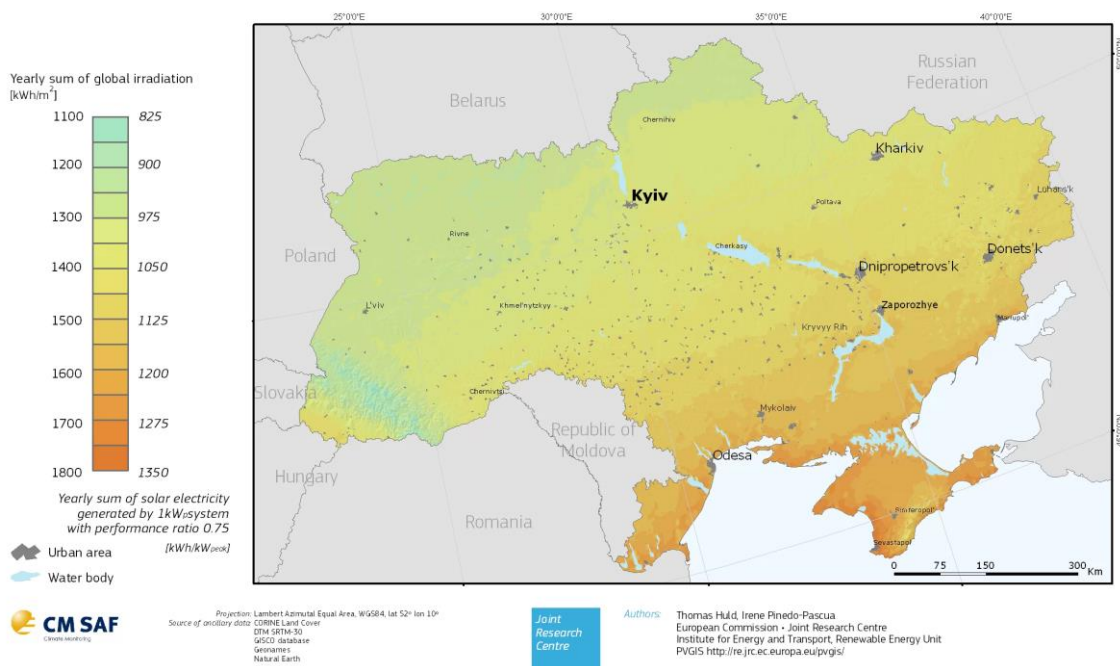


Рисунок 1.2.3 – Випромінювання і потенціал сонячної енергії в Україні

Географічно територія України має показники від 1400 кВт на рік на 1 кв.м в Херсонській обл. до 1180 кВт на рік на 1 кв.м у Львівській та інших західних областях.

На рисунку 1.2.8 наведена середньомісячна величина сонячної інсоляції (сонячної постійної) в українських містах для кожного місяця у кВт·год /м²/день. Це середні показники за спостереженнями НАСА за останні 22 роки.

Міста/Місяці	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень	Сер.
Вінниця	1.07	1.89	2.94	3.92	5.19	5.30	5.16	4.68	3.21	1.97	1.10	0.90	3.11
Дніпропетровськ	1.21	1.99	2.98	4.05	5.55	5.57	5.70	5.08	3.66	2.27	1.20	0.96	3.36
Донецьк	1.21	1.99	2.94	4.04	5.48	5.55	5.66	5.09	3.67	2.24	1.23	0.96	3.34
Житомир	1.01	1.82	2.87	3.88	5.16	5.19	5.04	4.66	3.06	1.87	1.04	0.83	3.04
Запоріжжя	1.21	2.00	2.91	4.20	5.62	5.72	5.88	5.18	3.87	2.44	1.25	0.95	3.44
Івано-Франківськ	1.19	1.93	2.84	3.68	4.54	4.75	4.76	4.40	3.06	2.00	1.20	0.94	2.94
Київ	1.07	1.87	2.95	3.96	5.25	5.22	5.25	4.67	3.12	1.94	1.02	0.86	3.10
Кропивницький	1.20	1.95	2.96	4.07	5.47	5.49	5.57	4.92	3.57	2.24	1.14	0.96	3.30
Луцьк	1.02	1.77	2.83	3.91	5.05	5.08	4.94	4.55	3.01	1.83	1.05	0.79	2.99
Луганськ	1.23	2.06	3.05	4.05	5.46	5.57	5.65	4.99	3.62	2.23	1.26	0.93	3.34
Львів	1.08	1.83	2.82	3.78	4.67	4.83	4.83	4.45	3.00	1.85	1.06	0.83	2.92
Миколаїв	1.25	2.10	3.07	4.38	5.65	5.85	6.03	5.34	3.93	2.52	1.36	1.04	3.55
Одеса	1.25	2.11	3.08	4.38	5.65	5.85	6.04	5.33	3.93	2.52	1.36	1.04	3.55
Полтава	1.18	1.96	3.05	4.00	5.40	5.44	5.51	4.87	3.42	2.11	1.15	0.91	3.25
Рівне	1.01	1.81	2.83	3.87	5.08	5.17	4.98	4.58	3.02	1.87	1.04	0.81	3.01
Суми	1.13	1.93	3.05	3.98	5.27	5.32	5.38	4.67	3.19	1.98	1.10	0.86	3.16
Сімферополь	1.27	2.06	3.05	4.30	5.44	5.84	6.20	5.34	4.07	2.67	1.55	1.07	3.58
Тернопіль	1.09	1.86	2.85	3.85	4.84	5.00	4.93	4.51	3.08	1.91	1.09	0.85	2.99
Ужгород	1.13	1.91	3.01	4.03	5.01	5.31	5.25	4.82	3.33	2.02	1.19	0.88	3.16
Харків	1.19	2.02	3.05	3.92	5.38	5.46	5.56	4.88	3.49	2.10	1.19	0.90	3.26
Херсон	1.30	2.13	3.08	4.36	5.68	5.76	6.00	5.29	4.00	2.57	1.36	1.04	3.55
Хмельницький	1.09	1.86	2.87	3.85	5.08	5.21	5.04	4.58	3.14	1.98	1.10	0.87	3.06
Черкаси	1.15	1.91	2.94	3.99	5.44	5.46	5.54	4.87	3.40	2.13	1.09	0.91	3.24
Чернігів	0.99	1.80	2.92	3.96	5.17	5.19	5.12	4.54	3.00	1.86	0.98	0.75	3.03
Чернівці	1.19	1.93	2.84	3.96	4.54	4.75	4.76	4.40	3.06	2.00	1.20	0.94	2.94

Рисунок 1.2.4 – Таблиця рівнів сонячної інсоляції міст України, кВт·год /м²/ день

Тривалість світлового дня коливається у різні пори року. При сприятливих погодних умовах влітку генерується більше електроенергії за рахунок раннього сходу сонця і пізнього заходу за горизонт, взимку робота сонячних електроустановок зменшується через короткий світловий день.

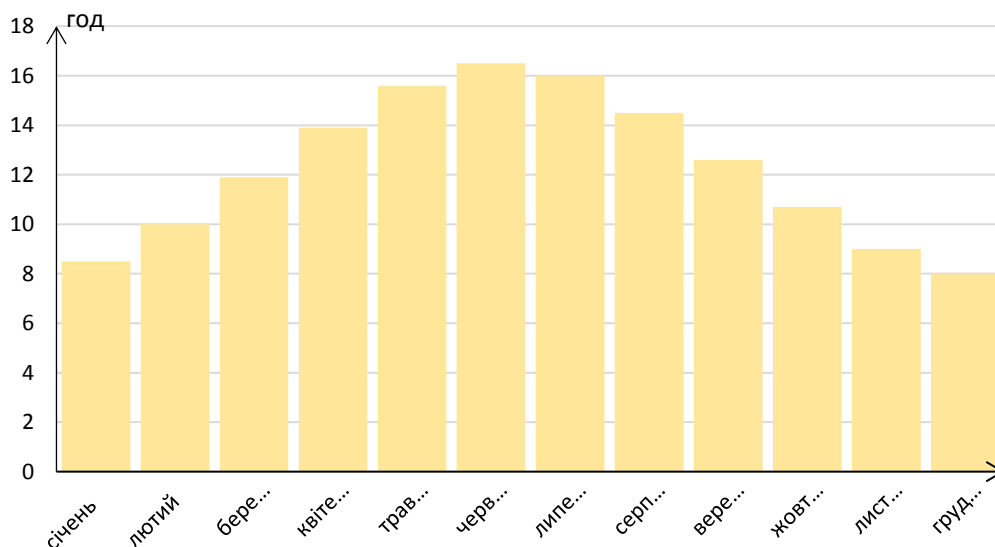


Рисунок 1.2.5 – Довжина світлового дня протягом року

Графік рис.1.2.5 показує середню кількість годин за день у м. Суми, протягом яких сонце знаходиться вище лінії горизонту.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СПОЖИВАННЯ ЖИТЛОВОГО ОБ'ЄКТА ТА ГЕНЕРУВАННЯ ІСНУЮЧОЇ АВТОНОМНОЇ СЕС

2.1 Розрахунок споживаної електроенергії для житлового об'єкта

Щоб зрозуміти кількість енергії, яку споживає приватний будинок, що розглядається, зробимо детальний розрахунок. Розрахуємо очікуване добове енергоспоживання.

Для цього береться список всіх електроприладів в будинку, вже наведених в табл. 1.1.1, а після робимо наступні розрахунки: множимо кількість споживаної енергії приладу на кількість годин його роботи. Розрахунки наведені в табл. 2.1.1.

В даній роботі робляться розрахунки не на добу, а одразу на місяць, так як багато електроприладів використовуються не щодня (наприклад, пральна машина включається раз у два дні, пилосос – лише 1-2 рази на тиждень). Також потрібно враховувати робочі та вихідні дні, в які споживання також відрізняється.

Після того, як були обчислені споживані потужності всіх електроприладів, складаємо разом всі показники, щоб отримати загальні витрати споживаної енергії домогосподарства за місяць. Такі дії повторюються для кожного місяця окремо, так як результати різнитимуться (наприклад, кондиціонер працюватиме більше влітку на охолодження, взимку – на обігрів, а в інші місяці їм майже не користуватимуться).

В розрахунок не включено освітлення, оскільки воно відбувається за допомогою світлодіодних ламп малої потужності, що майже не впливатимуть на кінцевий результат і їх складніше відстежити, оскільки вони вмикаються почергово за необхідністю.

Таблиця 2.1.1 – Графік використання електроприладів

Найменування електроприладів	Використана потужність, кВт·год											
	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
Кондиціонер	156,4	119,6	23,0	0,0	0,0	55,2	73,6	69,0	0,0	9,2	64,4	147,2
Пральна машина з сушкою	9,3	11,1	13,0	11,1	9,3	13,0	13,0	13,0	11,1	9,3	9,3	13,0
Бойлер	67,5	63,0	60,0	63,0	64,5	66,0	69,0	72,0	57,0	60,0	57,0	69,0
Варильна поверхня електрична	26,4	18,0	24,0	15,6	12,0	12,0	14,4	14,4	12,0	14,4	14,4	31,2
Праска	2,0	2,0	2,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	2,0	2,0	4,0
Електрочайник	6,6	4,4	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	4,4	4,4	4,4
Холодильник	297,6	268,8	297,6	288,0	297,6	288,0	297,6	297,6	288,0	297,6	288,0	296,0
Мікрохвильова піч	2,1	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	2,1
Пилосос	3,0	2,3	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,3	2,3	3,0
Телевізор	1,6	2,2	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	2,3	2,2	2,0	1,9	2,5
Всього за місяць	572,4	492,7	428,2	390,5	396,3	447,1	480,6	478,8	380,9	402,5	445,0	572,4
Всього за рік	5487,4											
В середньому за день	18,46	17,60	13,81	13,02	12,78	14,90	15,50	15,45	12,70	12,99	14,83	18,46

Аналізуючи отримані результати з табл. 2.1.1, відзначаємо, що найбільше електроенергії використовується у зимні місяці, що становить близько 572,4 кВт·год за місяць, середнє споживання за рік – 457 кВт·год. Так як це

реально існуюче домогосподарство, яке повноцінно функціонує, можемо порівняти реальні об'єми споживання з розрахунковими.

Максимальне значення місячної споживаної потужності за останні п'ять років становить – 591 кВт·год, в середньому за місяць – 448 кВт·год. Це досить невеликі значення, порівнюючи з іншими приватними будинками по місту. Наприклад, в домівках з газовими плитами потужність менша, а там, де встановлена тепла підлога – споживання в зимній період майже вдвічі більше.

Для більшої показовості створено діаграму рис.2.1.1 споживання будинку за місяцями. За допомогою цих даних буде аналізуватися вже встановлена автономна СЕС та вибиратися сонячна електростанція для удосконалення електропостачання.

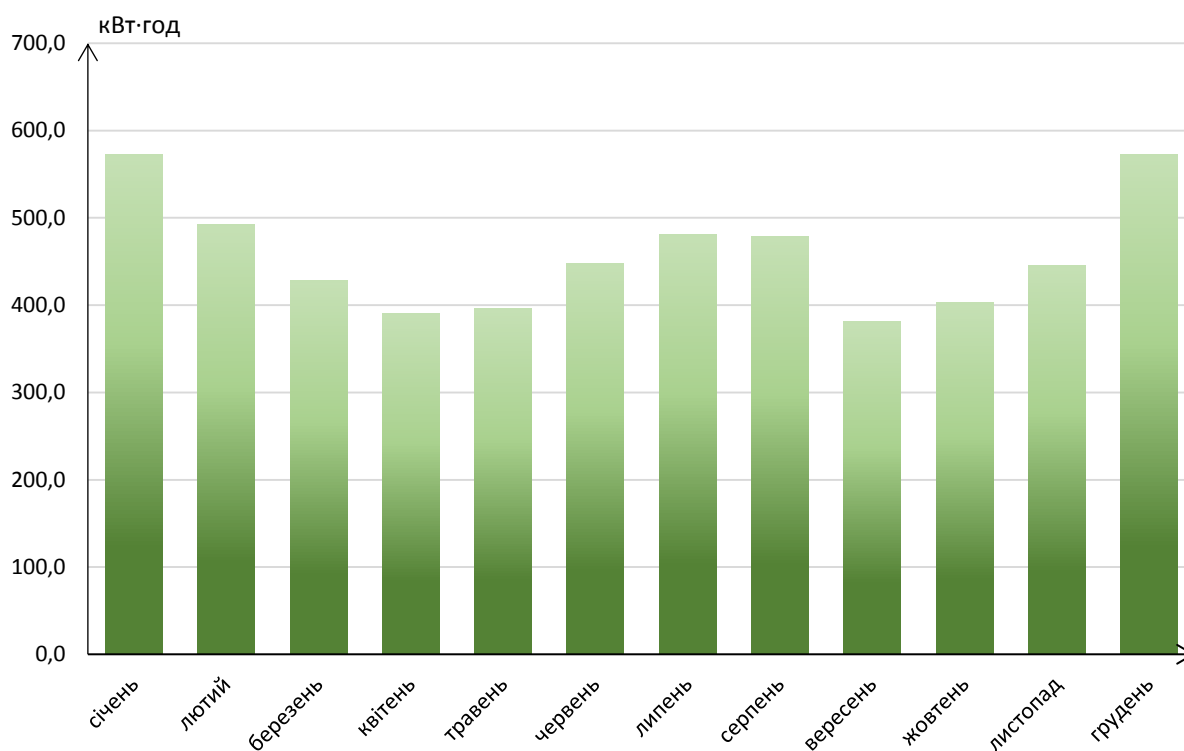


Рисунок 2.1.1 – Споживана потужність помісячно

2.2 Аналіз існуючої автономної сонячної електростанції на 5 кВт

В домогосподарстві, що розглядається в даній роботі, стоїть автономна СЕС потужністю 5 кВт. Автономною сонячною електростанцією називають таку СЕС, що генерує електроенергію тільки для власного споживання. Вона не підключена до зовнішньої мережі.

Вироблена електроенергія йде на забезпечення потреб будинку, надлишок накопичується в акумуляторних батареях. Якщо споживання перевищує можливості СЕС, то електроенергія добувається у місцевого РЕМ. Схема роботи встановленої автономної СЕС показана на рис. 2.2.1.



Рисунок 2.2.1 – Схематичне зображення системи автономної СЕС

Перелік існуючого встановленого обладнання наведений в табл.2.2.1. Встановлена СЕС функціонує вже повних 6 років, тому деяке обладнання можна вважати застарілим.

Сонячні панелі LEAPTON LP-P-72-N-360 номінальною потужністю 360 Вт є полікристалічними. Спираючись на порівняльний аналіз ефективності різних типів сонячних панелей, розуміємо, що полікристалічні фотомодулі по багатьом параметрам уступають монокристалічному типу, тому краще їх замінити для вищої продуктивності.

Таблиця 2.2.1 – Складові системи існуючої автономної сонячної електростанції

Обладнання	Модель	Кількість
Сонячні панелі	LEAPTON LP-P-72-N-360	14
Інвертор	Axioma Energy ISMPPT-BF 5600	1
Акумуляторні батареї	Logic Power LPM - GL 200AH	4

Інвертор моделі Ахіома Energy ISMPPT-BF 5600 є автономним. Тобто призначений тільки для сонячних електростанцій автономного типу. Існують також мережеві інвертори, які встановлюються на СЕС, що генерують та передають електроенергію в мережу. А також гібридні інвертори, що підходять для обох режимів роботи.

Гарантійний термін акумуляторних батарей вже сплинув. Їх можна залишити для подальшого користування, але для СЕС мережевого типу, що буде обиратися, вони є не обов'язковими, тому втрати потужності на них розраховуватися не будуть.

Знайдемо кількість електроенергії, яку генерує встановлена автономна СЕС в середньому помісячно протягом року. За формулою (2.3.1) визначимо справжню потужність однієї сонячної панелі. Вона відрізнятиметься від тієї, що задана в технічній характеристиці сонячної панелі, так як виробник встановлює максимальне можливе значення генерування при стандартних умовах, які різняться для кожного місяця і навіть для. Генерування здебільшого залежить від рівня інсоляції.

Розрахуємо дійсну потужність однієї сонячної панелі, всього масиву СЕС, та кількість згенерованої електроенергії за місяць. Результати розрахунків зведені до табл.2.2.2.

$$W = k \cdot P \cdot E \quad (2.2.1)$$

де k – фіксоване значення. Коефіцієнт k дорівнює 0,5 в літній період та 0,7 – в зимовий.

P – потужність панелі, кВт;

E – значення інсоляції за обраний період, рис.1.2.8, кВт·год/м²/день

Таблиця 2.2.2 – Розрахунок згенерованої електроенергії існуючою СЕС

Місяць	Рівень інсоляції, кВт·год/м ² /день	Потужність однієї сонячної панелі, кВт	Потужність всіх сонячних панелей, кВт	Кількість електроенергії, згенерованої за місяць
Січень	1,13	0,203	2,85	88,3
Лютий	1,93	0,347	4,86	145,9
Березень	3,05	0,549	7,69	238,3
Квітень	3,98	0,716	10,03	300,9
Травень	5,27	1,328	18,59	576,4
Червень	5,32	1,341	18,77	563,1

Липень	5,38	1,356	18,98	588,4
Серпень	4,67	1,177	16,48	510,7
Вересень	3,19	0,804	11,25	337,6
Жовтень	1,98	0,356	4,99	154,7
Листопад	1,1	0,198	2,77	83,2
Грудень	0,86	0,155	2,17	67,2

Для порівняння кількості електроенергії, що споживається будинком до виробленої існуючою автономною СЕС побудовано графік рис.2.2.2.

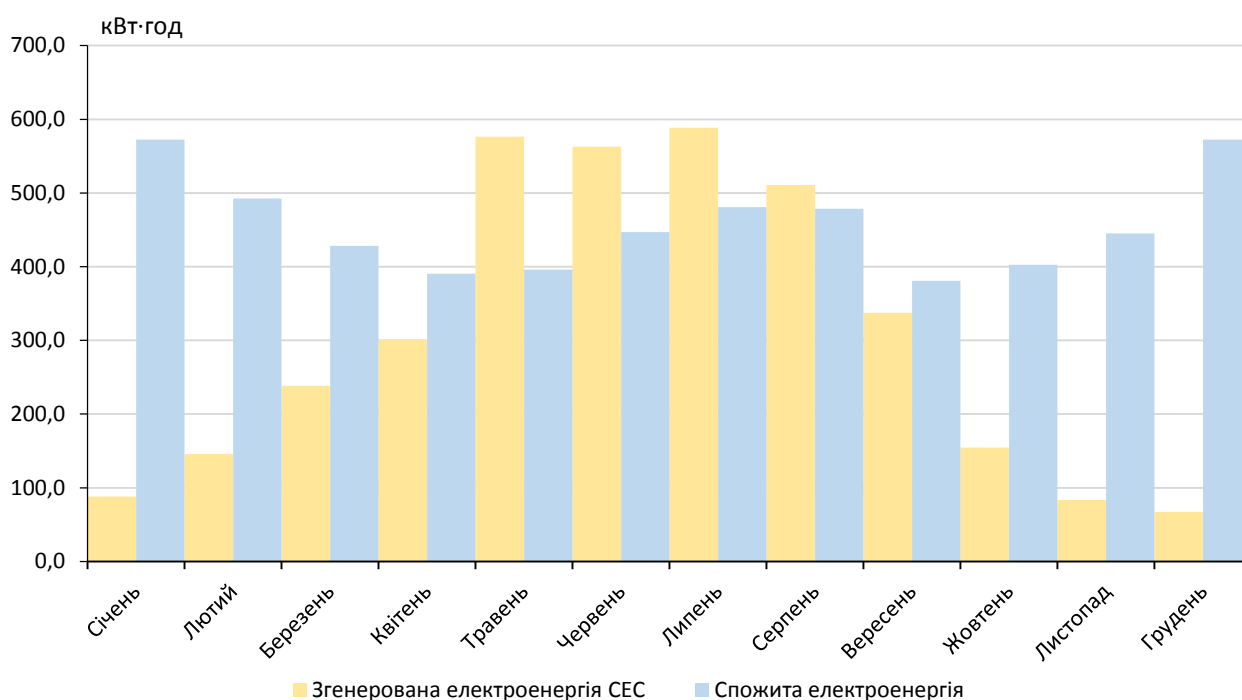


Рисунок 2.2.2 – Порівняння спожитої та згенерованої електроенергії помісячно для автономної СЕС

Як видно з рис. 2.2.2, згенерованої електроенергії вистачає у літні місяці, в порівнянні із зимнім періодом, коли доводиться купляти електроенергію з мережі. Прибуток автономна сонячна електростанція не приносить, оскільки надлишок електроенергії спостерігається невеликий, і тільки в чотирьох місяцях, але і він не продається в мережу.

Такий вид сонячної електростанції окупається лише за рахунок економії від купівлі електроенергії від загальної мережі. Додаткову користь приносить можливість підтримувати мінімальне електропостачання під час відключення живлення від мережі більшу частину року, що на часі є актуальною проблемою в країні. Але для більш комфортного існування необхідно встановити більш потужну сонячну електростанцію. Через інфляцію та оновлення всіх головних елементів системи вона коштуватиме дорожче, тому для встановлення розглядатимуться лише мережеві СЕС з можливістю продажу надлишкової електроенергії місцевому оператору системи розподілу.

РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

3.1. Розрахунок мережевої сонячної електростанції на 20 кВт

Мережева сонячна електростанція працює за такою схемою. Схема роботи мережевої сонячної електростанції показана на рис. 3.1.1.

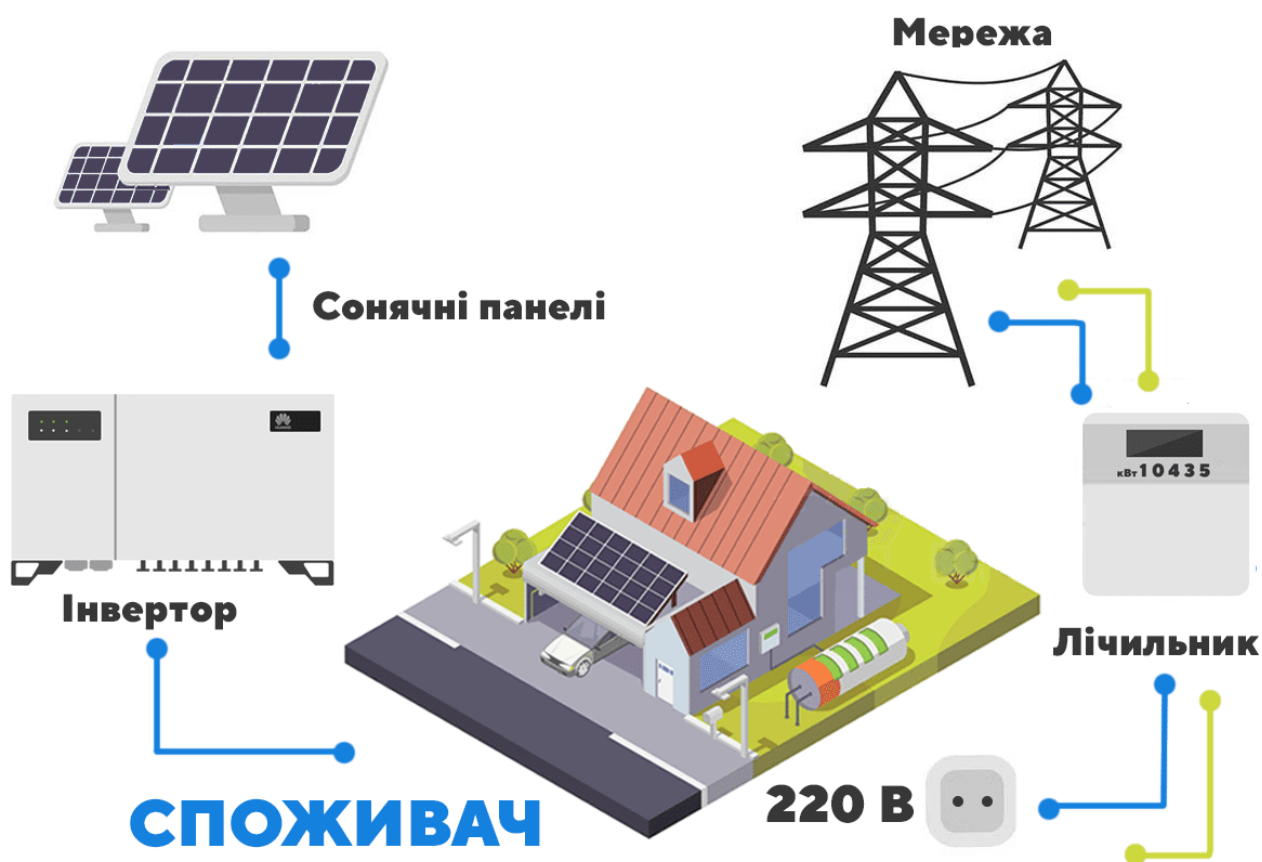


Рисунок 3.1.1 – Схематичне зображення системи мережевої СЕС

Мережева сонячна електростанція на 10 кВт виявилися з великим терміном окупності. Спробуємо збільшити потужність СЕС для збільшення кількості надлишкової електроенергії, і як наслідок – доходу. Схема роботи мережевої сонячної електростанції на 20 кВт нічим не відрізняється від СЕС на

10 кВт і показана на рис. 3.1.1. Але при збільшеній потужності підібране раніше устаткування не підходить.

Таблиця 3.2.1 – Технічні характеристики сонячної панелі для мережевої сонячної електростанції на 20 кВт

Характеристика	Значення	Одиниці виміру
Тип модуля	Монокристалічний	
Потужність модуля, P_{MAX}	585	Вт
ККД	20,7	%
Струм при максимальній потужності	17,15	А
Напруга при максимальній потужності	34,12	В
Максимальна напруга в системі	1500	В
Робочі параметри навколишнього середовища для даного фотомодуля	від -40 до +85	°С
Габарити	2172x1303x35	мм
Вага	21	кг

Обираємо для встановлення сонячний фотоелектричний монокристалічний модуль Risen RSM120-8-585M потужністю у 585 Вт, технічні характеристики якого наведені в табл. 3.2.1.

Необхідно дізнатися скільки таких модулів необхідно для забезпечення загальної потужності у 20 кВт. Для цього користуємося формулою (3.1.1).

$$N = \frac{20}{0,585} = 34$$

Необхідно встановити 34 сонячні панелі потужністю по 585 Вт.

За формулою (2.3.1) визначимо дійсну потужність однієї сонячної панелі та знайдемо кількість електроенергії, яку генеруватиме мережева СЕС в середньому помісячно протягом року. Результати розрахунку в табл.3.2.2.

Таблиця 3.2.2 – Розрахунок згенерованої електроенергії мережевої сонячної електростанції на 10 кВт

Місяць	Рівень інсоляції, кВт·год/м2/день	Потужність однієї сонячної панелі, кВт	Потужність всіх сонячних панелей, кВт	Кількість електроенергії, згенерованої за місяць
Січень	1,13	0,331	11,24	348,4
Лютий	1,93	0,565	19,19	575,8
Березень	3,05	0,892	30,33	940,3
Квітень	3,98	1,164	39,58	1187,4
Травень	5,27	2,158	73,37	2274,6
Червень	5,32	2,179	74,07	2222,1
Липень	5,38	2,203	74,91	2322,1
Серпень	4,67	1,912	65,02	2015,6
Вересень	3,19	1,306	44,41	1332,4
Жовтень	1,98	0,579	19,69	610,4
Листопад	1,1	0,322	10,94	328,2
Грудень	0,86	0,252	8,55	265,1

Для порівняння кількості електроенергії, що споживається будинком до виробленої мережевою СЕС на 20 кВт побудовано графік рис.3.2.1.

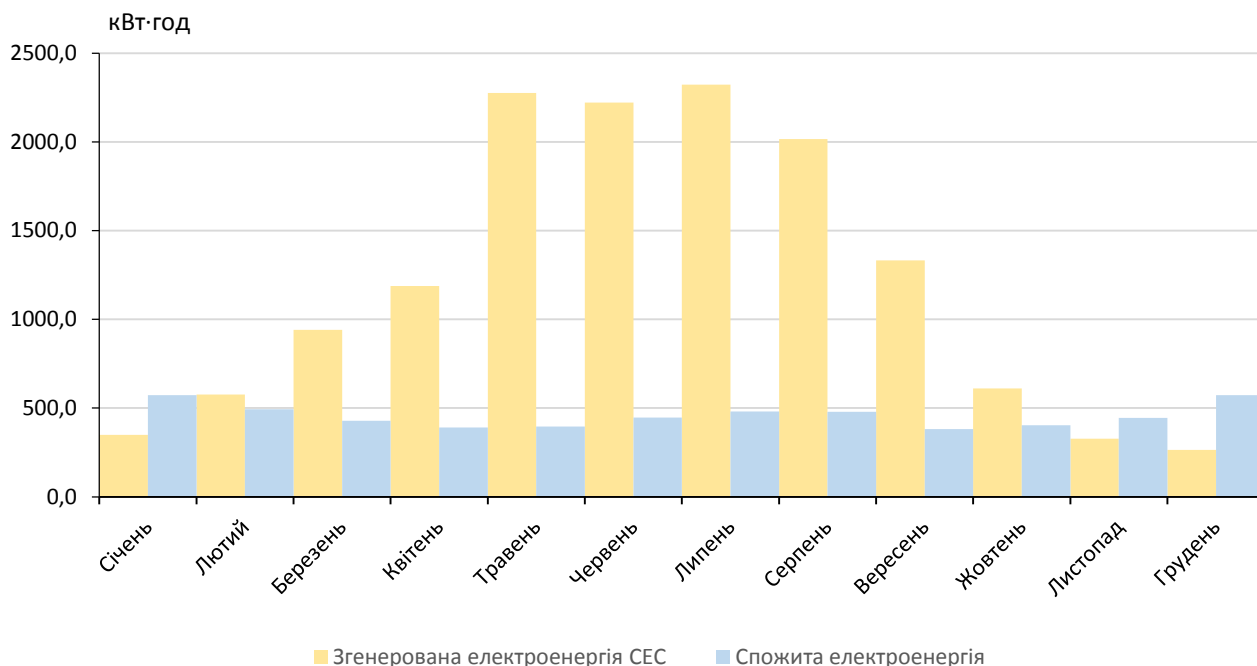


Рисунок 3.2.1 – Порівняння спожитої та згенерованої електроенергії помісячно для мережевої СЕС на 20 кВт

Оптимальний кут нахилу панелей залишається $41,5^\circ$, оскільки встановлюються на тому ж місці.

За даними параметрами також необхідно підібрати інвертор, який підходив би під потужність встановленої мережевої СЕС на 20 кВт. Серед доступних варіантів був вибраний мережевий інвертор Solis 3P20K-4G. Його технічні характеристики наведені в табл.3.2.3.

Так як максимальна напруга масиву сонячних панелей для інвертора 1 кВ, то всі фотомодулі не можна з'єднати послідовно. Необхідно розбити весь масив навпіл. Сонячні панелі в цих половинках з'єднати послідовно, а їх самих – паралельно. При послідовному підключенні напруга додається, при паралельному – залишається незмінною. Тоді загальна напруга системи при максимальній потужності складатиме 580 В.

Таблиця 3.2.3 – Характеристика інвертору для мережевої СЕС на 20 кВт

Параметр	Значення	Одиниця виміру
Номінальна потужність	20	кВт
Максимальна потужність	24	кВт
Номінальна напруга масиву фотомодулів	180-1000	В
Максимальна напруга масиву фотомодулів	1000	В
Номінальна вихідна напруга	220/380	В
Максимальний вхідний струм	22	А
ККД	98,7	%
Розмір	310x563x219	мм
Вага	19,8	кг

Щоб сполучити між собою всі елементи схеми необхідно вибрати кабелі, конектори, захист від перенапруг на стороні постійного та змінного струму, кріплення. Вся комплектація мережевої сонячної електростанції на 20 кВт зібрана в табл. 3.2.5.

Розрахуємо вартість мережевої сонячної електростанції на 20 кВт. Повна вартість складається з капітальних та поточних витрат[17,18,19,22,25,26,29,30]. Загальні капіталовкладення розраховуються за формулою (3.1.3).

Вартість сонячної установки та її основних елементів (інвертор, сонячні панелі) розрахована в таблиці 3.2.4.

Вартість підключення до мереж оператора системи розподілу виставляється за замовлену потужність. Так як існуючої договірної потужності у 7 кВт буда для однофазної мережі, то необхідно приєднати 20 кВт по трифазній. Також до вартості приєднання додамемо 400 \$ за встановлення двонаправленого лічильника.

Тоді за приєднання електроустановки до мереж АТ "СУМІОБЛЕНЕРГО" необхідно сплатити:

$$K_{\text{вст}} = P_{\text{заявлена}} \cdot 0,897 + \text{ПДВ}(20\%) + 400 \$ = 988,7 \$$$

Таблиця 3.2.4 – Розрахунок вартості головних компонентів мережевої сонячної електростанції на 20 кВт

Обладнання	Кількість од.	Ціна за одиницю, \$	Загальна вартість, \$
Сонячні панелі	34	222	7 548
Мережевий інвертор	1	1 850	1 850
Разом $K_{\text{уст}}$, \$	–	–	9 398

Вартість додаткового обладнання (апарати захисту і комутації, кабелі та інше) розрахована в табл.3.2.5.

Таблиця 3.2.5 – Розрахунок вартості додаткового обладнання мережевої сонячної електростанції на 20 кВт

Обладнання	Кількість/довжина од/м	Ціна за 1 од/м, \$	Загальна вартість, \$
Кріплення	34	24	816
Набір конекторів MC4	20	2	40
Кабель сонячний TOP Cable, 4mm	200	1,2	240
Електрофурнітура (ОПН GBL, автомат, Щит ЕТІ, кабель силовий СІП 4*25.5 категорія, інші витрат матеріали)	–	–	240
Разом $K_{\text{обл}}$, \$	–	–	1 336

Вартість оформлення необхідної документації становить близько 100 \$, ще не менше 500 \$ витрачається на встановлення установки. Підставивши ці значення та знайдені раніше у формулу (3.1.3) отримуємо $K = 12\,323$ \$.

3.2. Ефективність СЕС

Щорічне обслуговування підрядною організацією "домашньої" сонячної електростанції не перевищуватимуть 100 \$.

Розрахунок зведених річних витрат на кіловат встановленої потужності проводиться за формулою (3.1.4).

$$z = \frac{0,033 \cdot 12\,323 + 100}{20} = 25,3 \text{ \$}$$

де $P_n = 0,033$, оскільки термін експлуатації вибраних фотомодулів за даними виробника – більше 30 років.

Ефективність роботи показує коефіцієнт використання встановленої потужності, що визначається за формулою (3.1.6). Необхідно знайти дійсне та планове вироблення електроенергії встановленою СЕС.

Гарантія на сонячні панелі Risen RSM120-8-585M складає 12 років. Після 10 років використання установка працюватиме з потужністю 92% від номінальної. Після 25 років служби установка втратить не більше 18%. Отже кожного року установка втрачає в середньому близько 0,72% потужності.

В табл. 3.2.2 було знайдено генерацію СЕС на 20 кВт щомісяця. Сума цих значень – виробіток електроенергії за рік. Загальний термін експлуатації – більше 30 років. Отже розрахуємо вироблену кількість електроенергії на найближчі

30 років, віднімаючи кожного року 0,72% від потужності за формулою (3.1.7). Дійсна генерація протягом тридцяти років мережевої сонячної електростанції на 20 кВт з урахуванням щорічних втрат потужності через зношення устаткування показана на рис.3.2.2.

Планова потужність розраховується як добуток максимальної потужності панелей, вказаної виробником, на їх кількість, на термін роботи. Отже ефективність роботи мережевої СЕС на 20 кВт:

$$K_{\text{ввп}} = \frac{387\,504}{475\,164} = 0,816$$

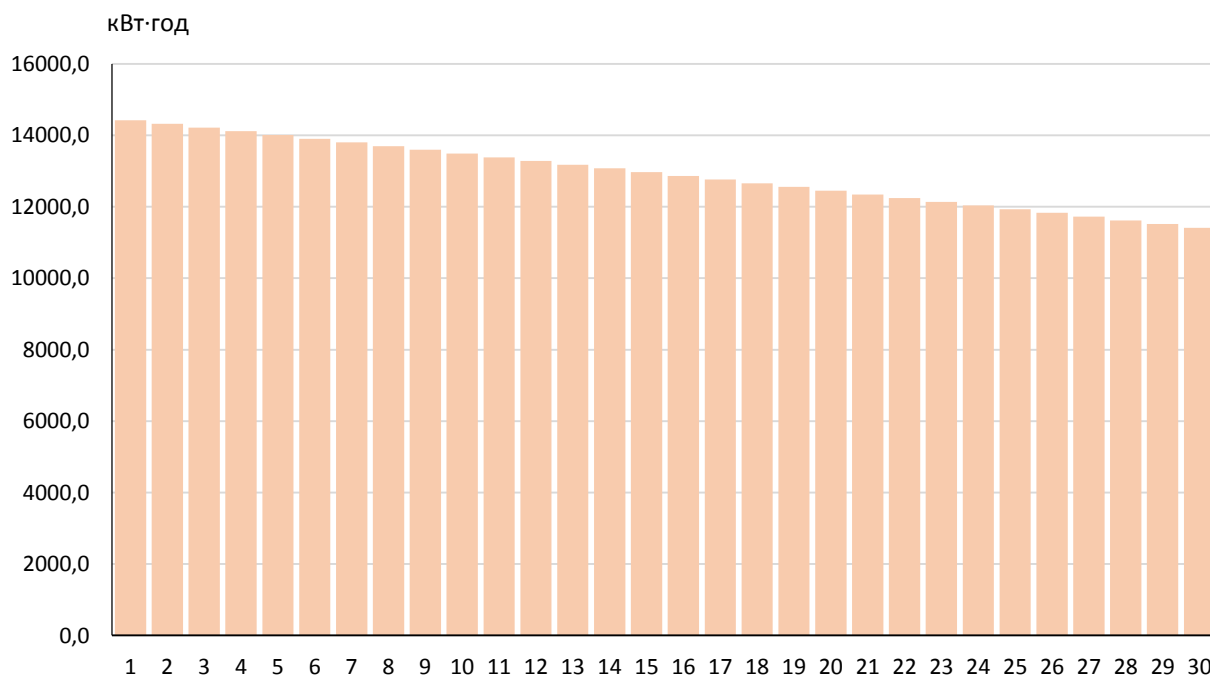


Рисунок 3.2.2 – Дійсна генерація протягом тридцяти років мережевої сонячної електростанції на 20 кВт

Щоб визначити термін окупності установки при продажу в мережу електроенергії – використовують формулу (3.1.8).

Визначення економії від користування згенерованою електроенергією від власної сонячної електростанції на 20 кВт та доходу від продажу надлишку електроенергії зручно представити у вигляді таблиці. В табл.3.2.6 наведені помісячні значення тільки за перший рік для приблизного розрахунку. Не весь час протягом року приносить електростанція дохід, так як у деякі місяці споживання перевищує генерацію СЕС. Детально це показано на рис. 3.2.3.

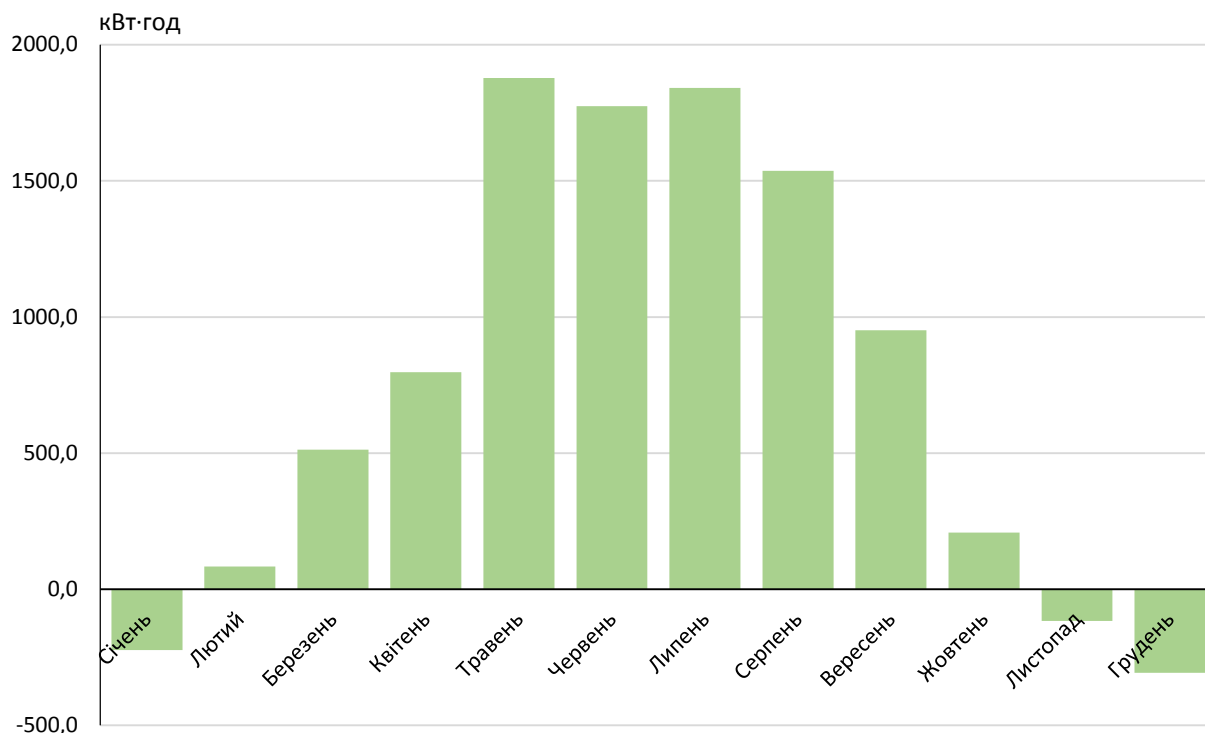


Рисунок 3.2.3 – Кількість проданої та купленої електроенергії за рік роботи мережевої сонячної електростанції на 20 кВт

Таблиця 3.2.6 – Дохід та економія від продажу електроенергії за рік

Місяць	Кількість електроенергії, згенерованої за місяць	Кількість електроенергії, спожитої за місяць	Кількість електроенергії, проданої за місяць	Дохід від продажу за місяць, \$	Економія за місяць, \$
Січень	348,4	572,4	-	-	15,7
Лютий	575,8	492,7	83,1	14,1	22,2
Березень	940,3	428,2	512,1	87,1	19,3
Квітень	1187,4	390,5	796,9	135,5	17,6
Травень	2274,6	396,3	1878,3	319,3	17,8
Червень	2222,1	447,1	1775,0	301,8	20,1
Липень	2322,1	480,6	1841,5	313,1	21,6
Серпень	2015,6	478,8	1536,8	261,3	21,5
Вересень	1332,4	380,9	951,5	161,8	17,1
Жовтень	610,4	402,5	207,9	35,3	18,1
Листопад	328,2	445	-	-	14,8
Грудень	265,1	572,4	-	-	11,9
За рік:	-	-	-	1629,1	217,8

Підставляємо всі попередньо розраховані значення у формулу (3.1.8):

$$T_{\text{ок}} = \frac{12\,323}{1\,629 - 100 + 217,8} = 7,1$$

Отже, термін окупності встановлення мережної сонячної електростанції на 20 кВт становить 7,1 років.

ВИСНОВОК

Фотомодулі працюють за рахунок сонячного світла, яке є нерівномірним протягом року через різницю тривалості світового дня. Рівень інсоляції влітку більший, ніж взимку. Через це генерація електроенергії влітку в рази перевищує генерацію у зимній період. Споживання електроенергії також є нерівномірним протягом року, через опалення при низьких температурах.

Кількості виробленої електроенергії існуючою автономною сонячною електростанцією на 5 кВт не вистачає на задоволення власних потреб більшість місяців. Застаріле обладнання робить її ще менш ефективною, так як за останні роки збільшилася кількість потужних електроприймачів. Влітку надлишкова електроенергія, вироблена СЕС не продається, тому прибуток від неї не отримується. Через це окупується така електростанція лише за рахунок економії від покупки електроенергії з мережі.

В даній роботі розглянуто варіанти удосконалення організації постачання електричної енергії сонячної електростанції оператору системи розподілу, тобто встановлення замість існуючої автономної "домашньої" сонячної електростанції сучасну мережеву СЕС для продажу надлишку електроенергії.

Було розглянуто варіант встановлення мережевих сонячних електростанцій на 20 кВт з термінами окупності відповідно 7 років.

Нажаль, через воєнний стан дія "зеленого тарифу" призупинена. НКРЕКП 26 квітня на засіданні встановила нові тарифи на електроенергію, вироблену під час воєнного стану з альтернативних джерел енергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила улаштування електроустановок. – Видання офіційне. Міненерговугілля України. – Х: Видавництво «Форт», 2017. – 760 с.
2. Договірна потужність: споживачі мають право на 5 кВт. [Режим доступу]: <https://ua-energy.org/uk/posts/dohovirna-potuzhnist-i-prava-spozhyvachiv>
3. Які нюанси роботи сонячної електростанції в зимовий період [Режим доступу]: <https://prel.prom.ua/n234221-yaki-nyuansi-roboti.html>.
4. Renewable energy sector: Unlocking sustainable energy potential, National Investment Council of Ukraine [Режим доступу]: <https://strategy-council.com/files/research/en/38.pdf>.
5. Хто крутіший: види сонячних батарей [Режим доступу]: <https://sunsayenergy.com/technology/hto-krutishiy-vidi-sonyachnih-batarey>.
6. Як вибрати земельну ділянку під СЕС: ТОП-5 рекомендацій від ЕДС-Девелопмент [Режим доступу]: <https://eds-development.com/yak-vibrati-zemelnu-dilyanku-pid-ses-top-5-rekomendacij-vid-eds-development/>.
7. Екологічний паспорт сумської області станом на 01.01.2022 [Режим доступу]: <https://merp.gov.ua/news/39661.html>.
8. Ефективність сонячних модулів у 2022 році [Режим доступу]: <https://avenston.com/articles/solar-panels-2022/>.
9. Сонячні батареї: типи та принцип роботи [Режим доступу]: <https://comfortsellers.com.ua/sonyachni-batareyi-typu-ta-pryntsyp-roboty/>.
10. Сонячна домашня електростанція для приватного будинку [Режим доступу]: <https://sunsayenergy.com/technology/sonyachna-domashnya-elektrostantsiya-dlya-privatnogo-budinku>.

11. Як вибрати акумулятор для сонячної електростанції [Режим доступу]: <https://www.solargarden.com.ua/yak-vybraty-akumulyator-dlya-sonyachnoi-elektrostantsii/>.

12. Цикл статей "Сонячні панелі та АКБ для інверторів". Частина 1. [Режим доступу]: <https://www.bezpeka-shop.com/ua/blog/obzor/solnechn-e-panely-y-akb-dlya-ynvertorov/>.

13. Сонячні батареї в Україні [Режим доступу]: <http://ukrenerho.com/sonyachni-batareyi-kupiti-v-ukrayini/>.

14. Гриценко П., Коваленко Є., Вороненко В., Смакоуз А., Степаненко Є. Аналіз дефініції «зміни» як економічної категорії. Механізм регулювання економіки, (1 (91), 92-98. URL: <https://doi.org/10.21272/mer.2021.91.07>

15. Динаміка цифрової трансформації соціально-економічних та екологічних систем / В. І. Вороненко та ін. //Агросвіт. 2022. № 15-16. С. 15-22. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/89229>

16. Дяченко А. В., Карінцева О. І., Тарасенко С. В., Харченко М. О., Мазін Ю. О., Кисельова К. С. Формування інноваційного інструментарію економічної політики в умовах розвитку світової економічної кризи 2019-2020 рр. в Україні // Механізм регулювання економіки. 2021. № 3. С. 19-37. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/86419>

17. Економіка енергетики : підручник / за ред. Л. Г. Мельника, І. М. Сотник. – Суми: Університетська книга, 2015. – 378 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/45315>

18. Економіка підприємства : підручник / за заг. ред. д.е.н., проф. Л. Г. Мельника. - Суми : Університетська книга, 2012. - 864 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/80106>

19. Экономика развития: учебное пособие / под ред. д.-ра экон. наук, проф. Л. Г. Мельника, канд. экон. наук А. Вик. Кубатко. Сумы : «Университетская книга», 2017. 352 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/80184>

20. Карінцева, О. І., Харченко, М. О., Мазін, Ю. О., Фалько, К. С. Практичні засади підвищення ефективності логістичної діяльності сучасного підприємства. Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка. 2021. № 3. С. 127–136. DOI: 10.21272/1817-9215.2021.3-14 <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/86223>

21. Карінцева О.І., Дегтярьова І. Б., Харченко М.О., Долгошеєва О. І., Кіріл'єва А. В. Залучення іноземних інвестицій як інструмент забезпечення конкурентоспроможності та сталого розвитку країни. Вісник СумДУ. Серія «Економіка», № 3' 2020. С. 199-211. DOI: 10.21272/1817-9215.2020.3-22 https://visnyk.fem.sumdu.edu.ua/issues/3_2020/22.pdf

22. Карінцева, О. І., Харченко, М. О., Пономарьова, Г. С. Підвищення ефективності бізнес-процесів на виробничому підприємстві // Механізм регулювання економіки. 2020. № 4. С. 58-69. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/83754>

23. Мельник Л. Г., Карінцева О. І., Кубатко О. В., Сотник І. М., Завдов'єва Ю. М. Цифровізація економічних систем та людський капітал: підприємство, регіон, народне господарство // Механізм регулювання економіки. 2020. № 2. С. 9-28. DOI: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/82236>

24. Мельник, Л., Карінцева, О., Кубатко, О., Дерев'янка, Ю., Маценко, О. (2022). Реструктуризація соціально-економічних систем як складова формування цифрової економіки в Україні у період кризи. Механізм регулювання економіки, (1-2(95-96), 7-13.

25. Мельник Л. Г., Карінцева О. І. (2021) Економіка і бізнес : підручник / за ред. Л. Г. Мельника, О. І. Карінцевої. Суми : Університетська книга, 2021. 316 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/83721>

26. Мельник, Л., Ковальов, Б. (2020). Проривні технології в економіці і бізнесі (Досвід ЄС та практика України у світлі III, IV, і V промислових революцій. Сумський державний університет, с. 180. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/79621>

27. Мельник Л. (2021) Сучасні тренди економічного розвитку: Досвід ЄС та практика України: підручник / за ред. Л. Г. Мельника. Суми: ПФ «Видавництво “Університетська книга”», 2021. 432 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/89235>

28. Сотник І.М. (2016) Мотиваційні механізми дематеріалізаційних та енергоефективних змін національної економіки : монографія / за заг. ред. доктора екон. наук, проф. І. М. Сотник. – Суми : Університетська книга, 2016. – 368 <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/80197>

29. Сотник І. (2018) Підприємництво, торгівля та біржова діяльність / І. Сотник, Л. Таранюк. – Суми: Університетська книга, 2018. – 572 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/80114>

30. Управління змінами : конспект лекцій / укладачі: П. В. Гриценко, Є. В. Коваленко. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 76 с. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/339162013.pdf>

31. Фундаментальні основи фазового переходу до адитивної економіки: від проривних технологій до інституційної соціологізації рішень. Розробка концепції фазового переходу до адитивної економіки : звіт про НДР (проміжний) / кер. Л. Г. Мельник. Суми : СумДУ, 2021. 78 с. № 0121U109557. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/89091>

32. Disruptive technologies for green economy formation in conditions of the fourth industrial revolution: the EU experience / I. Dehtyarova etc. // Socio-economic and management concepts: collective monograph / Krupelnyska I., – etc. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2021. P. 388-392. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/86986>

33. Karintseva O., Kharchenko M., Boon E.K., ...Melnyk V., Kobzar O.(2021). Environmental determinants of energy-efficient transformation of national economies for sustainable development.. J. International Journal of Global Energy Issues, 2021, 43(2-3), P. 262–274 <https://doi.org/10.1504/IJGEI.2021.115148>

34. Karintseva O. I., Yevdokymov A. V., Yevdokymova A. V., Kharchenko M. O., Dron V. V. Designing the Information Educational Environment of the Studying Course for the Educational Process Management Using Cloud Services. Механізм регулювання економіки. 2020. № 3. С. 87-97. DOI: <https://doi.org/10.21272/mer.2020.89.07>
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/81759>

35. Kubatko, O. V., Chortok, Y. V., Honcharenko, O. S., Nechyporenko, R. M., & Moskalenko, I. M. (2019). Studying Features of Vehicle Type Selection by Trade and Logistics Enterprise. Mechanism of economic regulation. – 2019. – №3. – С. 73–82. <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/76448>

36. Melnyk L. H., Derykolenko O. M., Mazin Yu. O., Matsenko O. I., Piven V. S. Modern Trends in the Development of Renewable Energy: the Experience of the EU and Leading Countries of the World // Механізм регулювання економіки. 2020. № 3. С. 117-133. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/81810>

37. Melnyk, L., Dehtyarova, I., Karintseva, O., Kubatko, O. Information factors in economic systems and business during transition to digital economy/Selected Aspects of Digital Society Development. Monograph 45. Edited by Tetyana

Nestorenko and Aleksander Ostenda, Publishing House of University of Technology, Katowice, 2021. P. 173-178 <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/87135>

38. Melnyk, L., Matsenko, O., Dehtyarova, I. & Derykolenko, O. (2019). The formation of the digital society: social and humanitarian aspects. *Digital economy and digital society*. T. Nestorenko & M. Wierzbik-Strońska (Ed.). Katowice: Katowice School of Technology. [in Ukrainian]. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/74570>

39. Melnyk L.G., Kubatko O. (2017) The impact of green-innovations on environmental quality and energy resource consumption. International economic relations and sustainable development : monograph / edited by Dr. of Economics, Prof. O. Prokopenko, Ph.D in Economics T. Kurbatova. – Ruda Śląska :Drukarnia i Studio Graficzne Omnidium 272 p. ISBN 978-83-61429-11-1

40. Melnyk, L., Dehtyarova, I., Kubatko, O., Karintseva, O., & Derykolenko, A. (2019). Disruptive technologies for the transition of digital economies towards sustainability. *Economic Annals-XXI*, 179(9-10), 22-30. doi: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/85476>

41. Melnyk L., Sommer H., Kubatko O., Rabe M., Fedyna S. (2020). The economic and social drivers of renewable energy development in OECD countries. *Problems and Perspectives in Management*, 18(4), 37-48. doi:10.21511/ppm.18(4).2020.04 <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/82719>

42. Melnyk, L., Karintseva, O., Kubatko, O., Derev'yanko, Y., & Matsenko, O. (2022). Restructuring of socio-economic systems as a component of the formation of the digital economy in Ukraine. *Mechanism of an Economic Regulation*, (1-2(95-96), 7-13. URL: <https://doi.org/10.32782/mer.2022.95-96.01> <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/89627>

43. Tu, Y.-X., Kubatko, O., Karintseva, O., Piven, V. Decarbonisation drivers and climate change concerns of developed economies. *International Journal of Environment and Pollution*, 2022, 69(1-2), pp. 112–129

44. The effects of the management of natural energy resources in the European Union / V. Voronenko, B. Kovalov, D. Horobchenko, P. Hrycenko // *Journal of Environmental Management and Tourism*. – Craiova: ASERS Publishing, 2017. – Vol. 8, Issue Number 7(23), P. 1410-1419. Available at: <https://journals.aserspublishing.eu/jemt/article/view/1777>

45. Veklych O., Karintseva O., Yevdokymov A., Guillamon-Saorin E.(2020). Compensation mechanism for damage from ecosystem services deterioration: Constitutive characteristic. *J. International Journal of Global Environmental Issues*, 19(1-3), P. 129–142
<https://doi.org/10.1504/IJGENVI.2020.114869>