

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра механіки та інженерії агроєкосистем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису
УДК 620.92

ХОЛОДНИЦЬКИЙ Любомир Станіславович

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Розроблення системи енергопостачання тваринницької ферми на базі
відновлюваних джерел енергії**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Л.С.Холодницький

Керівник роботи

Кухарець С. М.

Доктор технічних наук, професор

Житомир – 2022

АНОТАЦІЯ

Холодніцький Любомир Станіславович. Розроблення системи енергопостачання тваринницької ферми на базі відновлюваних джерел енергії. – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2022.

Для забезпечення електропостачання тваринницької ферми обрано сонячну електростанцію. Річне споживання електричної енергії складе 80000 кВт год, за місяць (в розрахунку 30 днів) – 6700 кВт год, за добу – 222 кВт год. Для використання в електростанції оберемо сонячні панелі типу Learton LP210x210-M-66-MH Враховуючи потужність панелі 650 Вт, всіх панелей необхідно 124, таким чином максимальна потужність проєктованої електростанції становитиме 80,6 кВт. З метою можливості використання електростанції в автономному режимі вибираємо гібридний інвертор Fronius Agilo 100. Для автономної електростанції, обираємо акумулятори типу HOTO SDA10 48V/75Ah19"LiFePo4 (SDA10-4875-15S). Термін окупності гібридної мережевої електростанції із частковим забезпеченням власних потреб становитиме 6 років, а термін автономної електростанції із повним забезпеченням власних потреб складатиме 9 років. Таким чином встановлення автономних електростанцій буде вигідним лише у районах із утрудненим електропостачанням, або в результаті зростання тарифів на електроенергію. Так при тарифі 4 грн за кВт·год термін окупності становитиме уже 7 років, при ціні електроенергії 6 грн за кВт·год – становитиме 4 роки.

Сонячна установка, сонячна панель, інвертор, акумуляторна батарея.

ANNOTATION

Holodnitskiy Lubomyr. Development of a power supply system for a livestock farm based on renewable energy sources. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for a master's degree in specialty 208 – Agricultura 1 Engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2022.

A solar power plant was selected to supply electricity to the livestock farm. Annual electricity consumption will be 80,000 kWh, per month (per 30 days) - 6,700 kWh, per day - 222 kWh. For use in the power plant we will choose solar panels like Leapton LP210x210-M-66-MH Given the power of the panel of 650 W, all panels need 124, so the maximum power of the designed power plant will be 80.6 kW. In order to be able to use the power plant in stand-alone mode, choose a hybrid inverter Fronius Agilo 100. For a stand-alone power plant, choose batteries type HOTO SDA10 48V / 75Ah19 "LiFePo4 (SDA10-4875-15S).

The payback period of a hybrid network power plant with partial own needs will be 6 years, and the term of an autonomous power plant with full own needs will be 9 years. Thus, the installation of autonomous power plants will be profitable only in areas with difficult electricity supply, or as a result of rising electricity tariffs. Thus, at the tariff of UAH 4 per kWh, the payback period will be 7 years, at the price of electricity UAH 6 per kWh - will be 4 years.

Solar installation, solar panel, inverter, battery.

Зміст

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРО- СОНЯЧНИХ УСТАНОВОК.....	7
РОЗДІЛ 2 ОБГРУНТУВАННЯ ПОТУЖНОСТІ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ	13
Висновки до розділу 2	19
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТА ЗАПРОВАДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРО УСТАНОВКИ.....	20
Висновок до розділу 3.....	26
ВИСНОВКИ.....	28
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	29

ВСТУП

В аграрному виробництві вартість виробленої продукції в значній мірі залежить від вартості використаних джерел енергії, які споживаються в процесі. Особливо гостро диспаритет вартості відчувається в галузі тваринництва загалом, та молочного скотарства зокрема. Адже, виробництво молочної продукції передбачає значного використання енергії. Можливим напрямом задля зменшення вартості кінцевої продукції тваринництва є застосування технологій, що передбачають задіяння відновлюваної енергії зокрема, та конструкцій використання сонячної енергії.

Проте, величина енергії, що може бути вироблена електро-сонячною установкою напряму пов'язана із кількістю акумульованого сонячного світла; а ефективність використання енергії - від конструкційних властивостей установки. Вищезазначене обумовлює актуальність даного дослідження.

Мета і задачі дослідження. Метою кваліфікаційної роботи є слідження теоретичних та практичних аспектів підвищення рівня енергетичної ефективності виробництва продукції тваринництва за умови застосування альтернативної енергії.

Для досягнення зазначеної мети дослідження необхідно вирішення наступних задач:

- обґрунтування доцільності застосування електро-сонячних установок;
- встановлення необхідної потужності установки;
- розробка та запровадження конструкції сонячної електро установки.

Об'єкт дослідження: елементи конструкції електро-сонячних установок.

Предмет дослідження: вдосконалення зв'язку параметрів елементів системи для використання альтернативних видів енергії з техніко-технологічними показниками конструкції.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи спрямовані на вдосконалення застосування альтернативної енергії у сільському господарстві. На основі проведеного дослідження розроблено конструкцію електро-сонячної установки.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 8 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 29 сторінок комп'ютерного тексту.

РОЗДІЛ 1

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРО- СОНЯЧНИХ УСТАНОВОК

Виробництво сільськогосподарської продукції передбачає використання значної кількості енергетичних ресурсів загалом та електричної енергії зокрема. Враховуючи тенденції до підвищення вартість енергії науковці відзначають збільшення витрат на даний вид енергії у галузі тваринництва загалом та в процесі виробництва молочної продукції безпосередньо [1]. Зменшення вартості продукції молочного напрямку у тваринництві є можливим за рахунок запровадження у використанні альтернативних джерел отримання енергії [2].

В Україні, враховуючи її територіальне розташування, в більшості регіонах можливе використання енергії сонця задля її ефективного перетворення в електрику (рис. 1.1). Сонячне випромінювання або енергія, що може бути отримана від Сонця має одиницею виміру кіловат-години на квадратний метр на день або на рік (рис. 1.1). Проте, при запровадженні електро-сонячних установок доцільно враховувати кількість отримання максимально можливого сонячного світла, а також особливості та параметри конструкцій установки [3].

Електро-сонячні установки в залежності від призначення електроустановки можуть складатись із таких основних елементів:

- сонячні батареї, що призначенні для перетворення сонячного випромінювання у електричну енергію;
- рами для монтажу призначення для розміщення накопичувальних панелей
- інвертор, який забезпечує перетворення електроенергії постійного струму, що виробляється сонячними панелями на змінний струм,
- кабель передачі електроенергії від системи до обладнання,

- лічильник, що передбачає здійснення виміру кількості виробленої енергії [4].



Рис. 1.1. Карта сонячної активності України [7]

В науковій літературі представлено значну кількість установок для перетворення сонячної енергії у електрику. Проте, простими та надійними у використанні, а також з найменш можливим вкладенням фінансів слід вважати мережеві електростанції. Проте, такий вид електроустановки забезпечує низьку кількість енергії в темну пору доби. При застосування такої установки на молочній фермі це неприйнятно, адже тут електрична енергія необхідна цілодобово. Тому, необхідно передбачати можливість додаткового використання

аккумуляторів в системі. Використання додаткових елементів у системі електро-сонячної установки дещо збільшує її вартість

Мережеву електростанцію для вироблення та подачі змінного струму до мережі та/або для власних потреб представлено на рисунку 1.2.



Рис. 1.2. Схема мережевої електростанції [8]

Необхідна кількість енергії у продовж дня у повній мірі чи значної частини може бути компенсована за рахунок зображеної мережевої сонячної електроустановки, яка має бути під'єднана до стандартної мережі передачі енергії. Якщо ж данна установка виробляє більшу кількість енергії необхідної для власних потреб ферми, то її надлишок передається в загальну мережну систему. Що дає можливість підприємству отримання додаткових коштів, за рахунок так названого зеленого тарифу.

Проте, така установка передбачає встановлення мережевого інвертора, що взмозі перетворювати постійний струм у змінний забезпечуючи необхідні параметри відносно регулювання процесу використання електро енергії, яка

виробляється електро-сонячної установкою. Зобразимо схему підключення електро-сонячної установкою на рисунку 1.3.

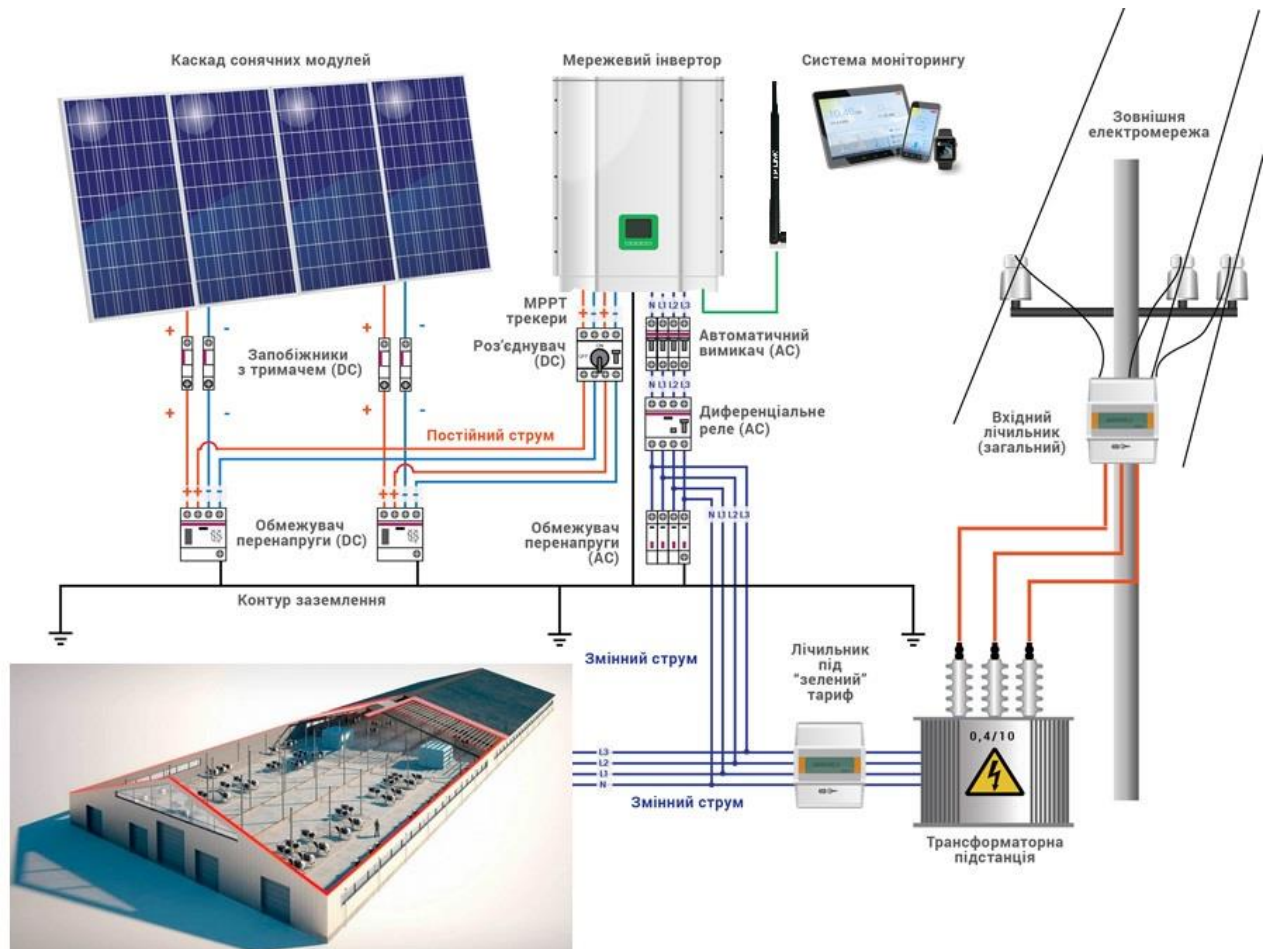


Рис. 1.3. Схема підключення мережевої сонячної електростанції

Отже, постійний електро струм, що виробляється установкою потрапляє до мережевого інвертора, який трансформує його з постійного у змінний при цьому надаючи необхідних параметрів (220 / 380В і 50 Гц) [5]. Слідуючим кроком є подача з інвертора струму до тваринницької ферми. У менш сонячні дні або дні із малим світловим періодом частину необхідної енергії слід запланувати одержувати із стаціонарної зовнішньої мережі. Якщо установка буде виробляти надлишкову кількість енергії отримувач має можливість її передачі до загальної мережі за раніше встановленим тарифом.

Проте, враховуючи дослідження [6] слід звернути увагу на можливість обмеження руху надлишкової енергії до загальної мережі. Авторами запропоновано встановлення «розумного лічильника» [7], що лімітують виробництво електро енергії до потреб споживання. Також доречним вважається встановлення за потреби ватметра, даний прилад характеризується здатністю накопичення частини електричної енергії про запас.

Деякі автори [8] розглядають можливість використання автономної електричної установки (рис. 1.4). Проте, її встановлення вбачається можливим при безприв'язному утриманні ВРХ на пасовищах.

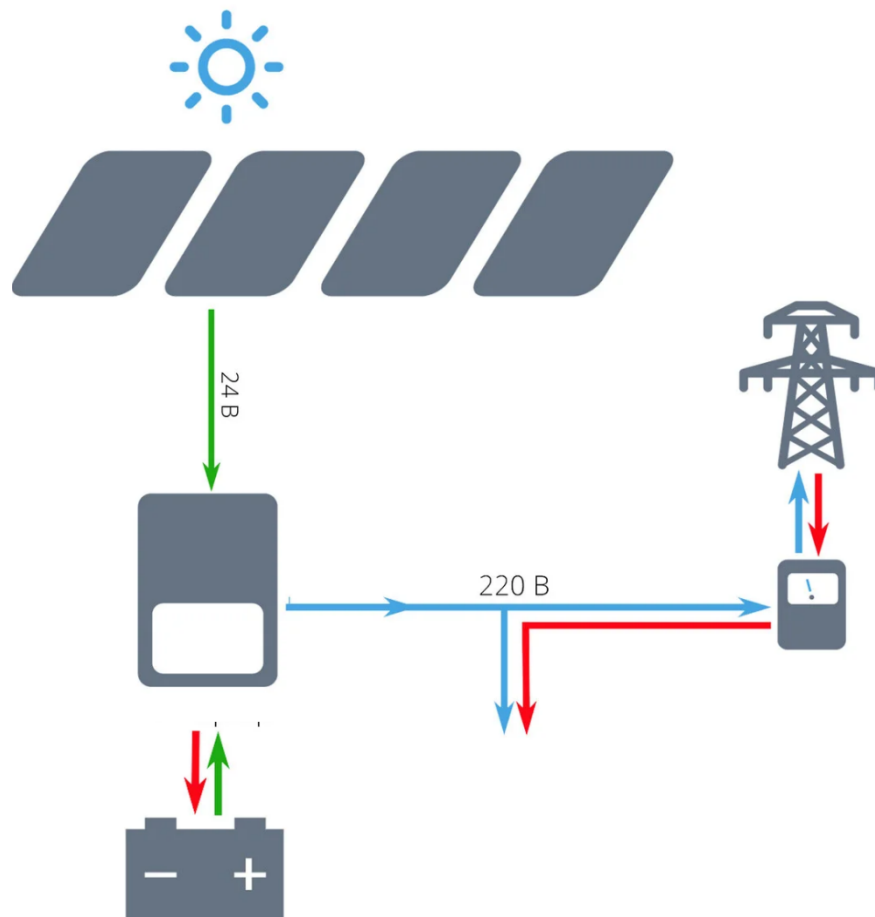


Рис. 1.4. Автономна електростанція

Така автономна установка передбачає надходження виробленої електроенергії на накопичувач енергії, в основному таким накопичувачем виступають акумуляторні батареї. Але, використання накопичувачів значно збільшує вартість усієї електроустановки, також слід враховувати малий термін експлуатації акумуляторних батарей та їх утилізацію.

РОЗДІЛ 2

ОБҐРУНТУВАННЯ ПОТУЖНОСТІ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

З метою визначення необхідної потужності сонячної установки встановимо які споживачі наявні на фермі та запишемо в таблицю 2.1

Таблиця 1.1 – Встановлена потужність споживачів

№ на плані (рис. 2.1)	Назва споживачів	Встановлена потужність, кВт
1	Адміністративна будівля	18
2	Баня	7
3	Корівник на 200 голів	8,5
4	Прохідна	2
5	Гараж	26,9
6	Корівник на 100 голів	5,65
7	Їдальня	9,84
8	Телятник	4,9
9	Склад	23
10	Кормоцех	32
11	Котельня	28
12	Майданчик	0,8

Визначимо струм короткого замикання в точці K1 $I_{K1}^{(3)} = 1,1(\text{кА})$

Таблиця 2.2 – Вихідні данні для перевірки можливості запуску асинхронних двигунів

P_H , (кВт)	Число обертів, xv^{-1}	I_H , (А)	k_i	$\cos\varphi_H$
22	3000	37	7,5	0,9

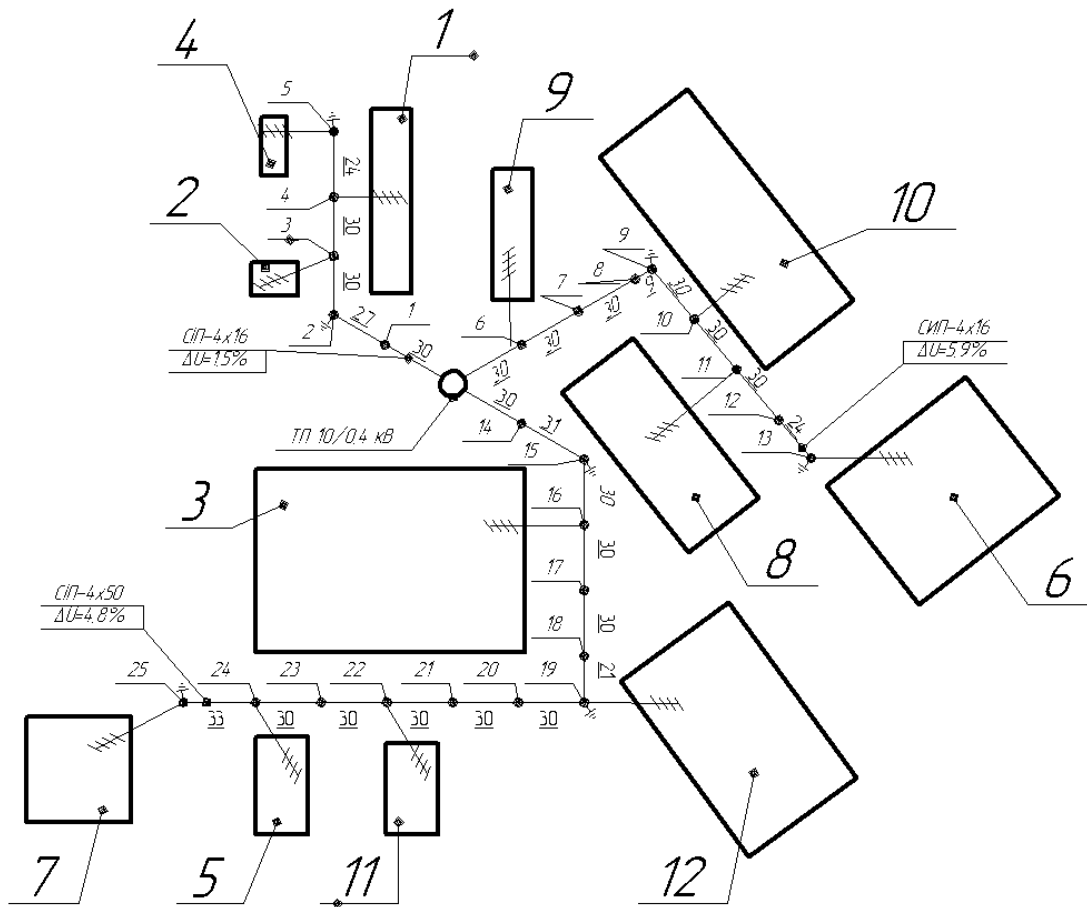


Рис. 2.1. План ферми

Виконаємо розрахунок електричних навантажень споживачів.

Повне навантаження споживачів визначається за формулами:

$$S_{\text{д}} = \sqrt{P_{\text{д}}^2 + Q_{\text{д}}^2} \quad S_{\text{в}} = \sqrt{P_{\text{в}}^2 + Q_{\text{в}}^2} \quad (2.1)$$

де $S_{\text{д}}$ и $S_{\text{в}}$ – повне денне та вечірнє навантаження споживачів, кВА;

$P_{\text{д}}$ и $P_{\text{в}}$ – активне денне та вечірнє навантаження споживачів, кВт;

$Q_{\text{д}}$ и $Q_{\text{в}}$ – реактивне денне та вечірнє навантаження споживачів, кВар.

Розрахуємо коефіцієнти корекції навантаження:

$$K_{\text{к}} = \frac{P_{\text{уст.з}}}{P_{\text{уст.т}}} \quad (2.2)$$

де $P_{\text{уст.т}}$ – установлена потужність споживача;

$P_{\text{уст.з}}$ – задана установлена потужність.

Розрахунок активної P і реактивної Q потужностей із врахуванням корекційного коефіцієнта $K_{\text{к}}$:

$$P_{\text{д}} = K_{\text{к}} * P_{\text{дз}} \quad Q_{\text{д}} = K_{\text{к}} * Q_{\text{дз}} \quad (2.3)$$

де $P_{\text{дз}}$ – активна денна потужність споживача;

$Q_{\text{дз}}$ – реактивна денна потужність споживача;

$$P_{\text{в}} = K_{\text{к}} * P_{\text{вз}} \quad Q_{\text{в}} = K_{\text{к}} * Q_{\text{вз}} \quad (2.4)$$

де $P_{\text{вз}}$ – активна вечірня потужність споживача;

$Q_{\text{вз}}$ – реактивна вечірня потужність споживача.

Виконаємо розрахунок споживача номер один – адміністративна будівля.
Знайдемо коефіцієнт корегування:

$$K_k = \frac{15}{15} = 1.$$

Розрахунок денних та вечірніх навантажень проведемо за формулами (2.3)
и (2.4):

$$P_d = 1 * 15 = 15 \text{ кВт} \quad P_v = 1 * 8 = 8 \text{ кВт}.$$

Виконаємо розрахунок повної потужності за формулою (3.1):

$$S_d = \sqrt{15^2 + 10^2} = 18 \text{ кВа}, \quad S_v = \sqrt{8^2 + 0} = 8 \text{ кВа}$$

Розрахунок за іншими споживачами виконає аналогічно.

Якщо від ТП 10/0,4 кВ живиться тільки виробниче навантаження то розрахунок проводимо за денним максимумом (S_d), якщо побутова то за вечірнім максимумом (S_v). Коли живиться змішане навантаження то обираємо максимальне значення потужності.

Отриманні значення зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Навантаження споживачів

№	Назва споживача	K_{κ}	Денний максимум			Вечірній максимум		
			P_{∂} (кВт)	Q_{∂} (кВар)	S_{∂} (кВА)	$P_{в}$ (кВт)	$Q_{в}$ (кВар)	$S_{в}$ (кВА)
1.	Адміністративна будівля	1	15	10	18	8	-	8
2.	Баня	1	7	2	7,2	7	2	7,3
3.	Корівник на 200 голів	1	6	6	8,5	6	6	8,5
4.	Прохідна	2	2	-	4	1,5	-	1,5
5.	Гараж	1	20	18	27	10	8	12,8
6.	Корівник на 100 голів	1	4	4	5,65	4	4	5,65
7.	Їдальня	1	9	4	5,8	3	-	3
8.	Телятник	1	5	3	5,8	8	5	9,4
9.	Склад	1	20	12	23	1	-	1
10.	Кормоцех	1	25	20	32	12	5	13
11.	Котельня	0,8	21,6	12,8	25	8	3,2	8,61
12.	Майданчик	0,3	-	-	0,3	0,6	0,45	0,75
	Разом				162,3			80

Для зниження сумарної довжини та перерізу дроту ліній електропередач ТП розташовують по можливості в центрі електричних навантажень. При цьому підстанція повинна встановлюватися на ділянці, що незатоплюється зливовими або паводковими водами, мати зручний підхід лінії вищої напруги, не загороджувати проїзд транспорту, не створювати перешкод у нормальному житті мешканців населеного пункту.

Центр електричних навантажень визначають графоаналітичним методом. Для цього на план об'єкта, що електрифікується, наносяться координатні осі, рис.

2.1.

Значення координат кожного споживача навантаження зводяться в табл.

2.3.

Таблиця 2.3. – Зведена таблиця координат і навантажень

№ на плані	$S, \text{кВА}$	$X, \text{см}$	$Y, \text{см}$
1	18	6,2	10,5
2	7,2	5	9,5
3	8,5	6,2	11,5
4	4	5	1,7
5	27	5	6,2
6	5,65	15	2
7	5,8	2	6,8
8	5,8	10,2	10
9	23	8,5	10,2
10	28,8	11,2	10,2
11	32	6,3	1,7
12	0,3	11,8	2,7
$A_{\text{ц}}$		18,5	12,4
ТП		18,5	12,4

Визначення координат центру навантажень виконаємо за формулою:

$$X_{\text{ц}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n S_i}, \quad Y_{\text{ц}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n S_i};$$

де S_i – повна потужність i -го навантаження, кВА ; x_i и y_i – проекції центрів навантажень на вісь x та вісь y ; $\sum S_i$ – сума повних потужностей всіх навантажень

$$X_y = \frac{6,2*18+5*7,2+8,5*6,2+5*4+5*27+5,65*15+5,8*10,2+23*8,5+28,8+11,2+32*6,3+0,3*11,8}{162,3}$$

$= 7,5 \text{ мм}$

$$Y_y = \frac{18*10,5+7,2*9,5+11,5*8,5+4*1,7+27*6,2+5,65*2+5,8*10+5,8*6,8+10,2*24+10,2*28,8+32*1,7+0,3*2,7}{163,3}$$

$= 6,4 \text{ мм}$

A_y має координати $X_y = 7,5 \text{ мм}; Y_y = 6,4 \text{ мм}$

Точка вибору місця встановлення $ТП$ має координати $(7,5;6,4)$.

Висновки до розділу 2

В результаті виконаних розрахунків встановлено, що повна потужність електричних споживачів тваринницької ферми становить 80 кВт.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ТА ЗАПРОВАДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІІ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРО УСТАНОВКИ

Згідно розрахунків в розділ 1 можна встановити, що згідно необхідної потужності 80 кВт, приблизне річне споживання електричної енергії складе 80000 кВт год, за місяць (в розрахунку 30 днів) – 6700 кВт год, за добу – 222 кВт год. Таким чином, якщо встановлювати автономну електростанцію необхідна потужність 80 кВт. Якщо ж встановлювати станцію для часткової компенсації споживання електричної енергії то можна також обрати потужність 80 кВт, враховуючи пікове споживання електроенергії, а в періоди із меншим споживанням електроенергії надлишкову енергію можна реалізовувати за зеленим тарифом.

Для використання в електростанції оберемо сонячні панелі типу Leapton LP210x210-M-66-MH, характеристика яких наведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Характеристики сонячних панелей Leapton LP210x210-M-66-MH (<https://prom.ua/ua/p1469758836-sonyachni-paneli-leapton.html?&primelead=MTI>,)

Параметр	Позначення	Значення
Назва	-	Trina Solar
Тип	-	монокристалічні
Макс. потужність	Вт	650
Максимальна робоча напруга	В	37,61
Максимальний струм	А	17,28
Гранична напруга системи	В	1500
Ширина	мм	2384
Довжина	мм	1303
Товщина	мм	35
Вага	кг	34
Ціна	грн	7470

Сонячні панелі Leapton LP210x210-M-66-MH є монокристалічними панелями, із підвищеною потужністю. Відтак можна використати меншу кількість панелей.

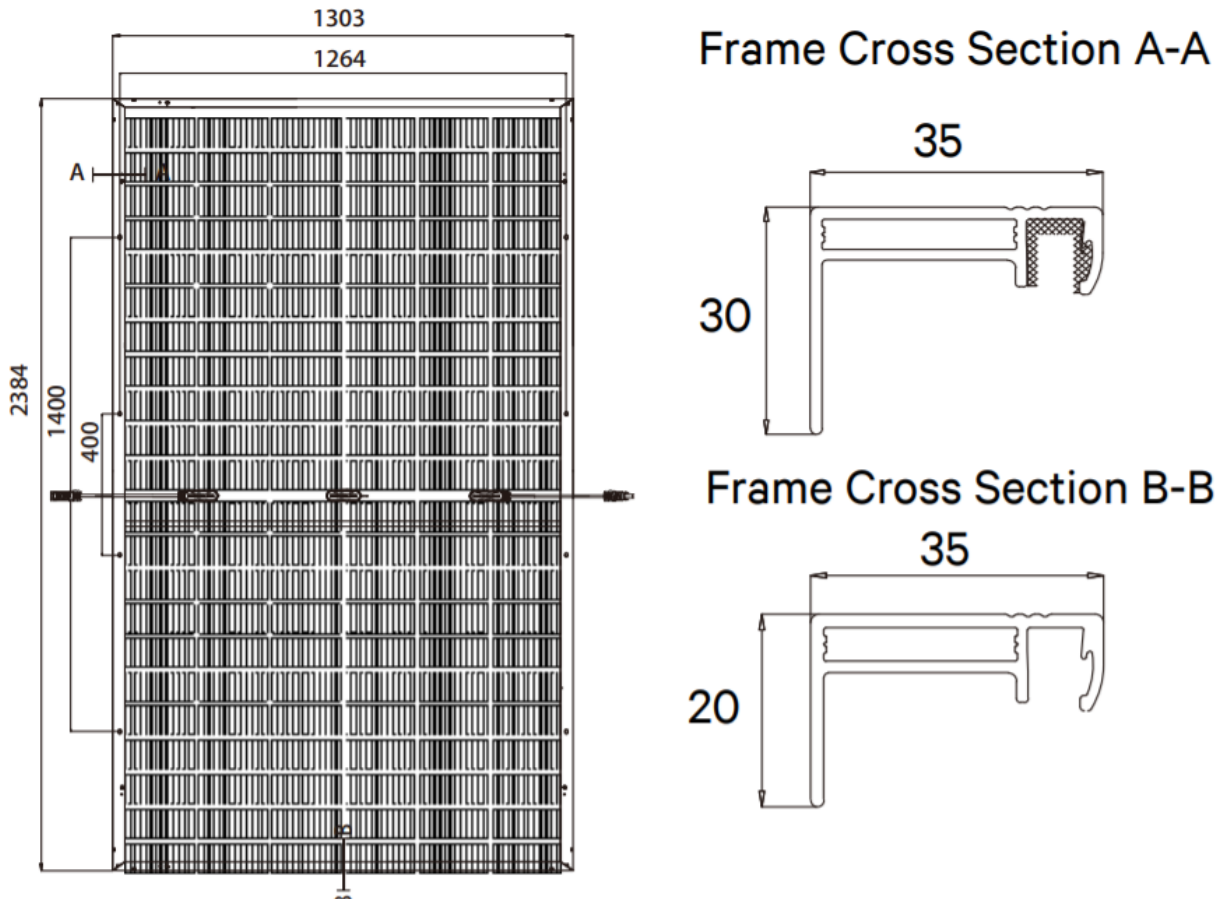


Рис. 3.1. Габаритні та установочні розміри панелей Leapton LP210x210-M-66-MH (<http://www.leaptonpv.com/d/file/English/pvproduct/monocrystal/2021-09-26/4a4c4f249c198b77d8cc6caf36351009.pdf>)

Враховуючи потужність панелі 650 Вт, всіх панелей необхідно 124, таким чином максимальна потужність проектованої електростанції становитиме 80,6 кВт.

З метою використання електростанції в автономному режимі вибираємо гібридний інвертор Fronius Agilo 100 (рис. 3.2).

Обираємо інвертор із запасом потужності 20 кВт, таким чином його загальна потужність становитиме 100 кВт.



Рис. 3.2. Гібридний інвертор Fronius Agilo 100 (<https://best-energy.com.ua/product/inverter/fronius/agilo>)

Характеристики інвертора Fronius Agilo 100 наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Характеристики інвертора Fronius Agilo 100

(<https://www.fronius.com/uk-ua/ukraine>)

Показник	Розмірність	Параметр
Бренд	-	Fronius
Назва	-	Agilo 100
Номінальна потужність	кВт	100
Максимальна потужність	кВт	104,4
Межі вхідної напруги	В	460-950
Максимальний допустимий струм трекера	А	26
Струм на виході	А	152,6
Напруга на виході	В	3 фази 220/380
Частота струму на виході	Гц	50
Габаритні розміри	мм	1914x1024x862
Маса	кг	806
Ціна	грн	244667

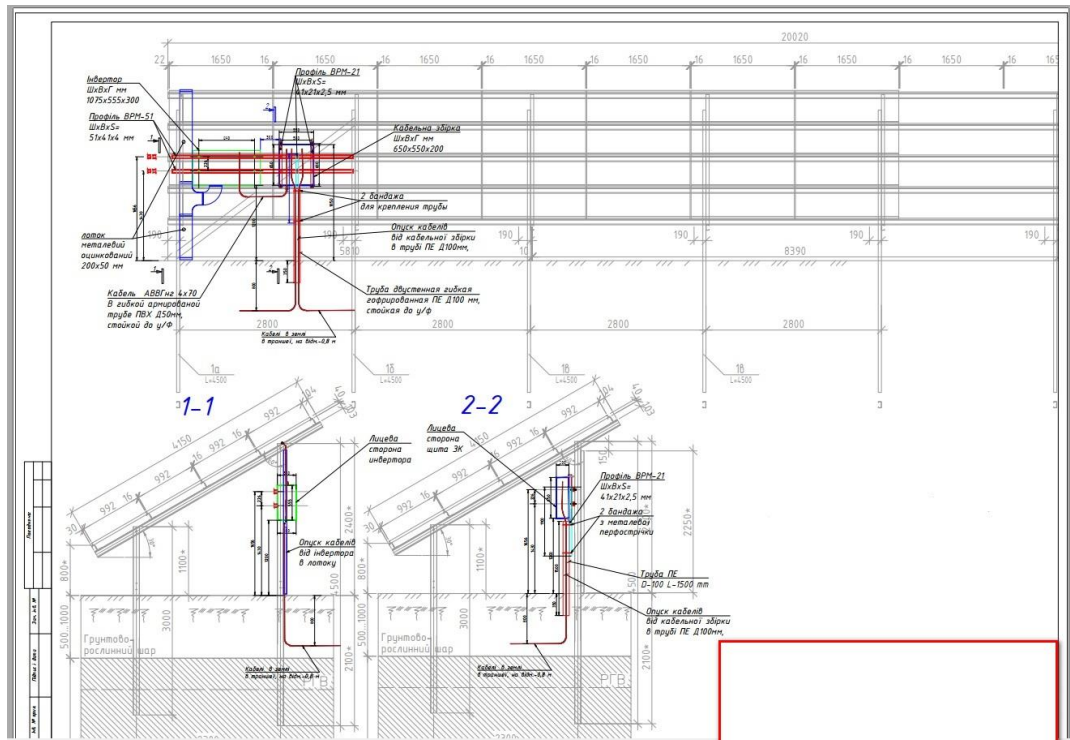


Рис. 3.3. Монтажне креслення електростанції

Виконаємо порівняльний розрахунок автономної та гібридної електростанцій (табл. 3.3 – 3.4).

Таблиця 3.3. Розрахунок для мережевої електростанції (власних потреб)

Параметр	Розмір-ність	Питомий показник	Кільк.	Загальний показник
Ціна панелей Learton LP210x210-M-66-MH	грн	7470	180	1344600
Потужність Learton LP210x210-M-66-MH	Вт	650	124	80600
Ціна інвертора Fronius Agilo 100	грн	244667	1	244667
Ціна металоконструкції	грн	75000	1	75000
Вартість монтажу	грн	12000	1	12000
Ціна кріплень	грн	15	180	2700
Ціна конекторів	грн	75	16	1200
Ціна кабелю	грн	15	100 м	1500
Ціна додаткової електрофурнітури	грн	2500	1	2500
Вартість налагоджувальних робіт	грн	5000	1	5000
Додаткові витрати	грн			5000
Загальна ціна електричної станції	грн			1694167
Вироблено для власних потреб (60%)	грн	3	48000	144000
Реалізовано за зеленим тарифом (40%)	грн	4	32000	128000
Отримано прибутку				272000
Термін окупності	р.			6

Для автономної електростанції, обираємо акумулятори типу HOTO SDA10 48V/75Ah19"LiFePo4 (SDA10-4875-15S), які є Акумулятор типу LiFePo4 ємністю 75 А·год, складається з 15 послідовно з'єднаних комірок. Сумісний з будь-якими інверторами 48-вольтового стандарту. Застосовується на об'єктах сонячної чи

іншої альтернативної енергетики. Із врахуванням добового споживання енергії у розмірі 222 кВт та із врахуванням добового резерву обираємо 16 акумуляторів. Вартість одного складатиме 53383 грн

(https://www.moyo.ua/akkumulyatornaya_batareya_shoto_sda10_48v_75ah_19).

Таблиця 3.4. Розрахунок для автономної електростанції

Параметр	Розмір-ність	Питомий показник	Кільк.	Загальний показник
Ціна панелей Learton LP210x210-M-66-MH	грн	7470	180	1344600
Потужність Learton LP210x210-M-66-MH	Вт	650	124	80600
Ціна інвертора Fronius Agilo 100	грн	244667	1	244667
Ціна акумуляторів HOTO SDA10 48V/75Ah	грн	53383	8	427064
Ціна металоконструкції	грн	75000	1	75000
Вартість монтажу	грн	12000	1	12000
Ціна кріплень	грн	15	180	2700
Ціна конекторів	грн	15	16	240
Ціна кабелю	грн	15	100 м	1500
Ціна додаткової електрофурнітури	грн	7500	1	7500
Вартість налагоджувальних робіт	грн	7000	1	7000
Додаткові витрати	грн			9000
Загальна ціна електричної станції	грн			2131271
Вироблено для власних потреб (100%)	грн	3	80000	151000
Термін окупності	Р.			14



Рис. 3.4. Зовнішній вигляд акумуляторної батареї HOTO SDA10 48V/75Ah

Із проведених розрахунків (при ціні 3 грн за кВт·год) видно що термін окупності гібридної мережевої електростанції із частковим забезпеченням власних потреб становитиме 6 років, а термі автономної електростанції із повним забезпеченням власних потреб складатиме 9 років. Таким чином встановлення автономних електростанцій буде вигідним лише у районах із утрудненим електропостачанням, або в результаті зростання тарифів на електроенергію. Так при тарифі 4 грн за кВт·год термін окупності становитиме уже 7 років, при ціні електроенергії 6 грн за кВт·год – становитиме 4 роки.

Висновок до розділу 3

Згідно необхідної потужності 80 кВт, приблизне річне споживання електричної енергії складе 80000 кВт год, за місяць (в розрахунку 30 днів) – 6700 кВт год, за добу – 222 кВт год. Для використання в електростанції оберемо сонячні панелі типу Learton LP210x210-M-66-MH Враховуючи потужність

панелі 650 Вт, всіх панелей необхідно 124, таким чином максимальна потужність проєктованої електростанції становитиме 80,6 кВт.

З метою можливості використання електростанції в автономному режимі вибираємо гібридний інвертор Fronius Agilo 100. Для автономної електростанції, обираємо акумулятори типу HOTO SDA10 48V/75Ah19"LiFePo4 (SDA10-4875-15S).

ВИСНОВКИ

Для забезпечення електропостачання тваринницької ферми обрано сонячну електростанцію.

В результаті виконаних розрахунків встановлені, що повна потужність електричних споживачів тваринницької ферми становить 80 кВт. Згідно необхідної потужності 80 кВт, приблизне річне споживання електричної енергії складе 80000 кВт год, за місяць (в розрахунку 30 днів) – 6700 кВт год, за добу – 222 кВт год. Для використання в електростанції оберемо сонячні панелі типу Learton LP210x210-M-66-MH Враховуючи потужність панелі 650 Вт, всіх панелей необхідно 124, таким чином максимальна потужність проєктованої електростанції становитиме 80,6 кВт.

З метою можливості використання електростанції в автономному режимі вибираємо гібридний інвертор Fronius Agilo 100. Для автономної електростанції, обираємо акумулятори типу HOTO SDA10 48V/75Ah19"LiFePo4 (SDA10-4875-15S). Із врахуванням добового споживання енергії у розмірі 222 кВт та із врахуванням добового резерву обираємо 16 акумуляторів.

Термін окупності гібридної мережевої електростанції із частковим забезпеченням власних потреб становитиме 6 років, а термі автономної електростанції із повним забезпеченням власних потреб складатиме 9 років. Таким чином встановлення автономних електростанцій буде вигідним лише у районах із утрудненим електропостачанням, або в результаті зростання тарифів на електроенергію. Так при тарифі 4 грн за кВт·год термін окупності становитиме уже 7 років, при ціні електроенергії 6 грн за кВт·год – становитиме 4 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Скидан О.В., Голуб Г.А., Кухарець С.М. Ярош О.Д., Чуба В.В., Медведський О.В., Цивенкова Н.М., Соколовський О.Ф., Кухарець В.В. Відновлювана енергетика в аграрному виробництві. За ред. О.В. Скидна і Г.А. Голуба. Київ, НУБіП України. 2018. 338 с.
2. Кудря С.О., Головка В.М. Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії (курс лекцій). - /ІВЕ НАН України/. Ніжин: ТОВ “Видавництво “Аспект-Поліграф”, 2005. 132с.
3. https://uk.wikipedia.org/wiki/Сонячна_енергетика_України
4. S. Kudria, M. Kuznietsov and oth.; Foresight and construction of the strategies of socio-economic development of Ukraine on mid-term (up to 2020) and long-term (up to 2030) time horizons [monograph: Scientific advisor of the project acad. of NAS of Ukraine M. Zgurovsky] 2nd ed. Kyiv : NTUU «Igor Sikorsky KPI», Publ. house «Polytechnica», 2016. 184 p.
5. Носенко Ю.М. Сучасні сонячні технології / Газета «Агробізнес сьогодні». 2012. № 18.
6. Мхітарян Н.М., Кудря С.О., Резцов В.Ф., Суржик Т.В. та інші. Енергоефективність та поновлювані джерела енергії / Під заг. ред. А. К. Шидловського. К.: Українські енциклопедичні знання, 2007. С. 228 – 422.
7. Резцов В.Ф., Суржик Т.В., Пундєв В.О., Шевчук В.І., Кирнос Л.А., Шейко І.О. Вимоги щодо забезпечення екологічних факторів при впровадженні технологій фотоенергетики в Україні// Відновлювана енергетика. 2019. №4. С. 29-36
8. Бондаренко Д.В. Еквівалентні схеми акумуляторів електроенергії, які підключені до сонячних елементів // Відновлювана енергетика. — 2019. № 3 (58). С. 30-34.