

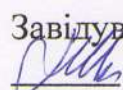
Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Управління енергетичними та економічними процесами»

Кафедра «Електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕТЕМ

 /Андрій МУХА/
(підпис)

Дата 20.12.2023


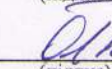
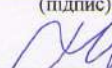
Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи магістра

на тему: «Визначення раціональної потужності резервної системи електропостачання житлового будинку на основі застосування відновлюваних джерел енергії»

за освітньою програмою: «Енергетичні та електромеханічні системи на транспорті»

зі спеціальності: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Виконав: студент групи «ЕЕ2221»

	 (підпис студента)	/Микита ШУЙСЬКИЙ/ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Керівник:	 (підпис)	/доц. Олег БОНДАР/ (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Нормоконтролер:	 (підпис)	/доц. Оксана КАРЗОВА/ (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Консультанти:		//
(назва розділу)	(підпис)	(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
(назва розділу)	(підпис)	//
(назва розділу)	(підпис)	(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
(назва розділу)	(підпис)	//
(назва розділу)	(підпис)	(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
(назва розділу)	(підпис)	//
(назва розділу)	(підпис)	(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент 
(підпис)

Дніпро – 2024 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Faculty «Management of energy and economic processes»
Department «Electrical engineering and electromechanics»

Explanatory Note
to Master's Thesis

on the topic: «Determination of the rational capacity of the backup power supply system of a residential building based on the use of renewable energy sources» according to educational curriculum «Energy and electromechanical systems in transport»

in the Speciality: «141 Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics»

Done by the student of the group EE2221: /Mykyta SHUISKYI/

Scientific Supervisor:



/Oleh BONDAR/

Normative controller:



/Oksana KARZOVA/

Supervisors

(Chapter title heading)

// _____
(position, name, surname)

(Chapter title heading)

// _____
(position, name, surname)

(Chapter title heading)

// _____
(position, name, surname)

(Chapter title heading)

// _____
(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Факультет «Управління енергетичними та економічними процесами»

Кафедра: «Електротехніка та електромеханіка»

Рівень вищої освіти: магістр

Освітня програма: «Енергетичні та електромеханічні системи на транспорті»

Спеціальність: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕТЕМ
/Андрій МУХА/
(підпис)

Дата 08.01.23

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра
студенту Шуйський Микита Сергійович

1. Тема роботи: «Визначення раціональної потужності резервної системи електропостачання житлового будинку на основі застосування відновлюваних джерел енергії»

Керівник роботи: Бондар Олег Ігорович, доцент
затверджені наказом № 56 ст від 18.01.2023

2. Строк подання студентом роботи: 08.01.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Схема електропостачання, дані про добове споживання активної потужності, відомості про архітектурні рішення, наявні інженерні системи будинку та основні споживачі електричної енергії

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналітична частина: провести аналіз наукових досліджень в галузях використання відновлюваних джерел енергії.

4.2 Основна частина: провести статистичний аналіз електричних навантажень житлового будинку, визначити критерії раціональності вибору параметрів основного обладнання резервної системи електропостачання на основі знайдених імовірнісних величин та запропонувати технічні рішення щодо потужностей, конфігурації та розміщення основних елементів зазначеної системи.

4.3 Охорона праці та захист навколишнього середовища: роботи з вимірювальними приладами, пристроями релейного захисту, автоматики, електролічильниками, акумуляторними батареями.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Схема електропостачання будинку, статистичне розподілення потужності навантажень, основне обладнання резервної системи електропостачання, архітектурні рішення житлової будівлі.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	19.11.2023	5%
2	Розділ 1 Сучасні підходи у визначенні електричних навантажень електроустановок споживачів електричної енергії	26.11.2023	20%
3	Розділ 2 Імовірнісний підхід у визначенні параметрів резервної системи електропостачання	03.12.2022	40%
5	Розділ 3 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	24.12.2022	20%
6	Загальні висновки і рекомендації	31.12.2023	5%
7	Графічна частина	07.01.2024	10%
8	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.01.2024	100%
9	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	23.01.2024	

Студент



(підпис)

Микита ШУЙСЬКИЙ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи



(підпис)

доц. Олег БОНДАР





(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

№ рядка	Формат	Позначення	Назва	Кільк. арк.	№ екз.	Прим
1			<u>Документація загальна</u>			
2			Заново розроблена			
3	A4	7.141.190067.ПЗ	Пояснювальна записка	64		
4						
5			Запозичена			
6						
7			<u>Графічна частина</u>			
8			Заново розроблена			
9	A4	7.141.190067.01	Архітектурні рішення	1		
10			житлової будівлі			
11	A4	7.141.190067.02	Схема електропостачання	1		
12			будинку			
13	A4	7.141.190067.03	Статистичне розподілення	1		
14			потужності навантажень			
15	A4	7.141.190067.04	Основне обладнання	1		
16			резервної системи			
17			електропостачання			
18						
19						
20						
21			Запозичена			
22						
23			<u>Електронна частина</u>			
24						

					7.141.190067.ВР		
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Шуйський М.С.	<i>MS</i>		Літ.	Арк.	Архивів
Керівник		Бондар О.І.	<i>OB</i>	07.02.24			
Консульт					Відомість кваліфікаційної роботи МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕЕ2221		
Н. Контр.		Карзова О.О.	<i>OK</i>	07.02.24			
Зав.кафед		Муха А.М.	<i>AM</i>	07.02.24			

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНІ ПІДХОДИ У ВИЗНАЧЕННІ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК СПОЖИВАЧІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	11
1.1 Критичний аналіз актуальних наукових робіт у визначеній області досліджень	11
1.3 Висновки до розділу 1	26
РОЗДІЛ 2 ІМОВІРНІСНИЙ ПІДХІД У ВИЗНАЧЕННІ ПАРАМЕТРІВ РЕЗЕРВНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	28
2.1 Особливості архітектурних рішень, інженерних мереж, та електричних навантажень розглядуваного об'єкту	28
2.2 Статистичний аналіз споживання активної потужності протягом розрахункової доби	29
2.3 Критерії раціональності та основні елементи резервної системи електропостачання на основі відновлюваних джерел енергії	40
2.4 Висновки до розділу 2	49
РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	51
3.1 Вимоги безпеки праці під час виконання робіт	51
3.2 Дії працівників (персоналу) в аварійних (надзвичайних) ситуаціях	52
3.3 Висновки до розділу 3	54

					Пояснювальна записка						
					Визначення раціональної потужності резервної системи електропостачання житлового будинку на основі застосування відновлюваних джерел енергії	Літ.		Маса		Масштаб	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						1 : 1	
											
				08/12/25							
							Арк. 7		Аркушів 56		
					7.141.190067.ПЗ		МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕЕ2221				
				08/12							
				10/12							

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58
СПИСОК ГРАФІЧНИХ РОБІТ	65
ДОДАТОК А	66

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

Сучасний світ переживає стрімкі зміни у всіх сферах життя, включаючи економіку, науку, технології та соціальні відносини. Однак в Україні цей період розвитку супроводжується важливим елементом — військовими діями, які ставлять перед нашою країною низку складних завдань та викликів.

У таких надзвичайних умовах забезпечення електроенергією стає життєво важливим завданням, яке має значення не лише для комфорту і безпеки громадян, але й для забезпечення робочої можливості важливих інфраструктурних об'єктів, включаючи медичні заклади, комунікаційні системи та електропостачання військових одиниць.

Ця магістерська робота присвячена спробі визначити раціональну потужність резервної системи електропостачання житлового будинку на основі використання відновлюваних джерел енергії в контексті військових дій в Україні. Ця робота зокрема враховує минулий досвід статей двох наукових конференцій. Одна з цих статей була представлена на 14-тій Міжнародній науково-практичній конференції студентів і молодих вчених імені Георгія Кірпи. «Сучасні транспортні технології», під назвою «Визначення раціональної потужності резервної системи електропостачання об'єктів і споруд транспортної інфраструктури на основі застосування відновлюваних джерел енергії» [1], а інша стаття «Перспективні шляхи застосування відновлюваних джерел енергії в електричних мережах низької напруги» була представлена на 82 Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» [2].

Дана конференція відзначилася обговоренням інноваційних підходів до розробки систем резервного живлення та зміцнення енергетичної стійкості в умовах конфлікту.

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З неї випливає, що сучасна інженерія активно використовує різні джерела енергії, але серед них електрична енергія вирізняється як найбільш сучасна та екологічна. Вона може бути легко перетворена в різні види енергії, такі як теплова, механічна та світлова. З іншого боку, електричну енергію слід зберігати у великих кількостях, і це створює складнощі в регулюванні її в енергосистемі.

У контексті України, ця проблема стає надзвичайно актуальною через бойові дії, які можуть призвести до пошкодження ключових елементів електричних мереж та ускладнити керування перетоками потужності між різними регіонами країни. Резервування електромереж і електростанцій, хоча і важливе, не завжди вирішує проблему надійності електропостачання.

Тому одним з можливих рішень є використання альтернативних джерел енергії, які не потребують палива та особливих умов розміщення. Вітрові та сонячні електростанції стають важливими кандидатами серед них. Сонячні панелі, зокрема, відрізняються безшумністю та мають більше варіантів розміщення, включаючи дахи будинків.

У сучасних умовах, де тенденція переходу до систем електропостачання з джерелами розподіленого живлення стає дедалі актуальнішою, кожен вузол такої системи повинен забезпечувати автономність живлення для найважливіших споживачів. Отже, питання раціонального вибору потужності альтернативних джерел енергії набуває важливості. На жаль, в Україні поки що відсутня нормативна база щодо проєктування сонячних електростанцій, і тому важливо проводити дослідження для визначення оптимальних параметрів таких систем.

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

комунікації, вважається найефективнішим маркетинговим підходом. Однак вибір ефективних засобів просування технологій використання альтернативних джерел енергії не вирішує проблему синергетичного ефекту кампанії з просування енергоефективних технологій на ринку. Для цього необхідно створити інституційний механізм, який забезпечить інформаційне та комунікаційне просування цих технологій, а саме управління організаційною структурою просування та управління рішеннями в системі цієї структури.[4]

Доступність енергії для населення: проблеми та перспективи

Досліджено питання, пов'язані з тим, як забезпечити доступність енергії для населення. Це є одним з найважливіших аспектів досягнення Цілі 7 "Забезпечення доступу до недорогих, надійних, стійких і сучасних джерел енергії для всіх" серед Цілей сталого розвитку України до 2030 року. Ми розглянули сучасні тенденції щодо доступності енергії для населення в державах-членах ЄС та в Україні, враховуючи наш європейський інтеграційний курс розвитку. Ми визначили особливості виявлення та боротьби з енергетичною бідністю в державах-членах ЄС, а також ключові питання щодо впровадження законодавчих положень ЄС та використання зарубіжного досвіду в Україні для забезпечення доступності енергії для населення. Ми сподіваємося залучити експертів, науковців, фахівців з державного управління, економіки, соціального розвитку і національної безпеки, державних службовців, представників громадських організацій і всіх зацікавлених у проблемах доступності енергії для населення та боротьби з енергетичною бідністю.[5]

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

національних. Ключові поняття: система зберігання електричної енергії, стандарти, відновлювальні джерела енергії, електричні мережі.

У загальному вигляді проблема полягає у стрімкому розвитку та впровадженні в Україні відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячних та вітрових електричних станцій. Поміж позитивних аспектів, таких як зменшення шкідливих викидів та залучення інвестицій, зростання частки відновлюваних джерел енергії в електроенергетичній системі України створює ризики для балансової надійності енергосистеми. Електростанції, що працюють на відновлюваних джерелах енергії, характеризуються негарантованим графіком генерування електричної енергії та значними сезонними коливаннями обсягів виробництва. Це ускладнює підтримку заданої сумарної генерувальної потужності в електроенергетичній системі залежно від споживання. Для забезпечення подальшого зростання відновлюваних джерел енергії в енергосистемі України необхідно збільшувати обсяги регулювання частоти й потужності та резерви заміщення. Зазвичай для регулювання частоти використовують гідроелектростанції, але обсяги таких резервів обмежені, а теплові електростанції працюють з запасом потужності для покриття короткотермінових змін потужності відновлюваних джерел енергії. Збільшення частки відновлюваних джерел енергії та залучення запасу потужності теплових електростанцій негативно впливає на ефективність їх використання та призводить до збільшення викидів CO₂. Інший важливий аспект полягає у погіршенні якості електричної енергії внаслідок великої ін'єкції потужності від відновлюваних джерел енергії у вузлах зі слабкими зв'язками з джерелом живлення.[7]

Оптимізація процесу вибору місця розташування сонячних електростанцій з використанням гіс-аналізу

У статті розглянуто основні принципи оптимізації процесу вибору місця розташування сонячних електростанцій, застосовуючи комплексний

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

національної економіки і вивчено динаміку їх змін. Визначені показники, що характеризують інвестиційну складову розвитку національної економіки загалом, а також інвестиції у виробництво альтернативних джерел енергії зокрема. Був розглянутий технічно-досяжний потенціал різних видів альтернативних джерел енергії. Також була обґрунтована необхідність термінового забезпечення належного рівня розвитку інноваційно-інвестиційної діяльності в галузі альтернативної енергетики в Україні.[9]

Особливості створення зарядних станцій електромобілів з використанням відновлюваних джерел енергії

Були розглянуті особливості впровадження зарядних станцій для електромобілів, які використовують вітроелектричні та фотоелектричні джерела енергії, а також буферні акумулятори. Умови реалізації базуються на таких факторах, як дальність подорожей електромобіля, забезпечення енергією станції з відновлюваних джерел, час заряджання електромобіля, час очікування на обслуговування та необхідна площа для встановлення обладнання станції. Запропоновано рекомендації щодо організації зарядних станцій для електромобілів з використанням вітрової та сонячної енергії. Вони включають в себе врахування специфіки станції та її розташування, визначення потрібної ємності буферних акумуляторів, вибір потрібного обладнання та устаткування для реалізації зарядних станцій з використанням відновлюваних джерел енергії. Також важливо розробити технічну пропозицію для розгляду та затвердження органами місцевого самоврядування.[10]

Підвищення експлуатаційної надійності та ефективності роботи електричних мереж та електроустаткування

У літературі все більше починають зустрічатися терміни "локальні електричні мережі" або "мікросіті". В сучасному українському електричному

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

секторі локальні електричні системи (ЛЕС) стали невід'ємною складовою розподільних електричних мереж енергопостачальних компаній. Локальна електрична мережа представляє собою розподільну електричну мережу або частину неї, де для виробництва енергії використовуються розподілені джерела генерації, засновані на нетрадиційних та відновлювальних джерелах енергії. Багато вітчизняних і закордонних досліджень присвячені вивченню показників якості електричної енергії в ЛЕС. Усі ці дослідження зосереджуються на тому, що напруга у вузлах мережі з розподіленою енергетикою може перевищувати або бути нижчою за межі допустимих значень, а також на тому, що гармонічні складові струмів і напруг можуть відхилятися від норми. Відомо, що у електричних мережах з напругою 3-35 кВ, де існує ізольована нейтраль, виникають процеси, які негативно впливають на роботу електромагнітного обладнання. Наприклад, середній термін служби трансформаторів напруги (ТН) зазвичай не перевищує 3-5 років. Пошкодження електрообладнання спричиняють ферорезонансні перенапруги, комутаційні перенапруги, перехідні процеси, зміщення нейтралі та наявність постійного магнітного потоку в ТН під час автоматичних коливальних процесів у мережі. Багато пошкоджень обладнання в мережах з ізольованою нейтраллю спричинені ферорезонансом, який викликає перенапруги або надструми, на які обладнання не розраховане і від яких воно не захищене. Ферорезонанс виникає частіше за інші види впливів і є особливо небезпечним через тривалу тривалість його прояву. Встановлено, що підвищення надійності електротехнічного обладнання є одним зі способів забезпечення надійності постачання електроенергії споживачам. Це передбачає розвиток та впровадження гібридних мереж з одночасною реконструкцією та модернізацією існуючого електроенергетичного обладнання в Україні та використання в них відповідних засобів контролю основних контрольно-діагностичних параметрів.[11]

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сучасний стан та тенденції інвестування у розвиток відновлюваних джерел енергії

У статті аргументується необхідність перегляду концепції соціально-економічного розвитку підприємництва з урахуванням принципів "зеленого" зростання. З цією метою проаналізовано поточний стан та світові тенденції інвестування у відновлювані джерела енергії як одного з найбільш перспективних секторів економічної діяльності в "зеленій" економіці. Оскільки ціни на електроенергію постійно зростають, а її виробництво є витратним, розвиток альтернативних джерел енергії стає надзвичайно важливим. Побудова глобальної стратегічної моделі розвитку "зеленої" економіки в Україні, що ґрунтується на інвестиціях державних коштів у прибуткові екологічні проекти, перехід на відновлювані джерела енергії, використання "зелених" технологій, раціональне використання ресурсів, можливий за допомогою відповідних методів і механізмів, серед яких важливе місце відводиться ціноутворенню з урахуванням екологічних факторів, оцінці природних ресурсів та втрат від їх надмірного використання з урахуванням інфляції, реформуванню системи екологічного оподаткування, перенесенню державної політики закупівель на виробництво та реалізацію "зелених" підприємств. Використання ефективних методів і інструментів реалізації принципів "озеленення" економіки дозволить зменшити використання невідновлюваних природних ресурсів, скоротити витрати на встановлення і використання альтернативної енергії, забезпечити виконання зобов'язань підприємств, що забруднюють навколишнє середовище, перед державою, іншими підприємствами та населенням.[12]

										Арк.
										19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	7.141.190067.ПЗ					

Інструменти державної підтримки використання енергії з відновлюваних джерел

Сприяння розвитку відновлюваної енергетики стало пріоритетним завданням як для розвинутих, так і для розвиваються країн, включаючи Україну. Урядом була затверджена енергетична політика, відображена в Енергетичній стратегії України "Безпека, ефективність, конкурентоспроможність" до 2035 року, а також у Стратегії сталого розвитку України до 2030 року. Ці стратегії передбачають стимулювання розвитку відновлюваної енергетики з метою забезпечення енергетичної безпеки та зменшення негативного впливу традиційної енергетики на навколишнє середовище. Глобальна ситуація, спричинена обмежувальними заходами у зв'язку з COVID-19, створила нові виклики та можливості для розвитку відновлюваної енергетики. Для досягнення цих цілей уповноважені органи використовують антикризові програми та інструменти підтримки, щоб корегувати поведінку господарюючих суб'єктів та результати на ринку. Тому стаття має на меті визначити інструменти підтримки формування та розвитку відновлюваної енергетики в країнах ЄС та в Україні в умовах інтеграції українського енергетичного сектора в Європейський простір. Велика увага приділяється правильному визначенню та застосуванню інструментів підтримки розвитку відновлюваної енергетики на відповідному етапі регулювання. Тому важливо враховувати найкращі міжнародні практики при розробці національних інструментів підтримки відновлюваної енергетики. У статті досліджено Директиви ЄС щодо відновлюваних джерел енергії, які визначають заходи для стимулювання та підтримки розвитку енергії з відновлюваних джерел. Також розглянуто пропозиції щодо реформування загального енергетичного комплексу в контексті подій, спричинених COVID-19. Аналізується застосування інструментів підтримки та стимулювання розвитку відновлюваної енергетики в Україні на сучасному етапі. Основний фокус зосереджений на формуванні, використанні та реструктуризації

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

"зеленого" тарифу як найпоширенішого інструменту як в Україні, так і в інших країнах.[13]

Особливості проектів вітроенергетики та специфіка управління ними

Стаття розглядає сучасний стан та проблеми, пов'язані з розвитком альтернативної енергетики. Була визначена актуальність розширення використання альтернативних джерел енергії та необхідність їх впровадження. Особлива увага приділена можливостям і перевагам використання вітрової енергії в Україні. Деякі проблемні аспекти вітроенергетики були виявлені, а також проведено аналіз наявних досліджень у сфері управління вітроенергетичними проектами. Засновуючись на результати аналізу, були визначені типи вітроенергетичних проектів та їх особливості. Також було проведено категоризацію вітроенергетичних проектів залежно від різних класифікаційних ознак. Виділено основні характеристики проектів вітроенергетики та особливості їх управління. Було встановлено, що управління вітроенергетичними проектами є складним та пов'язано з високим ризиком. Ефективність такого управління значною мірою залежить від участі численних зацікавлених сторін та невизначеності, пов'язаної з ними.[14]

Розвиток відновлювальної енергетики: світові тенденції та завдання для національної безпеки України

У цій статті розглядаються глобальні тенденції щодо енергоспоживання та динаміка структури енергоресурсів у різних регіонах світу. Висунуто висновок про суттєві відмінності в підходах до генерації енергії між розвинутими країнами і країнами, що розвиваються. Особлива увага зосереджена на дискусійному питанні стосовно державної підтримки вугільної галузі в Україні. Досліджено результати рейтингування країн за

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

пластинами. При підключенні конденсатора до джерела струму сила поля конденсатора має дві складові, що виникають зі зміни заряду і ємності. Висновки. Енергетичний підхід, як феноменологічний і макроскопічний, дозволяє відносно просто визначати внутрішні сили, їх роботу і зміну енергії системи, але не розкриває природу цих сил і механізм їх дії. Застосування динамічного методу дозволяє не лише визначити сили, що діють в системі, але й розкрити їх природу та механізм дії. Однак такий підхід потребує більш глибокого розуміння фізичних явищ і процесів, і не завжди може бути застосований через складність визначення сил та їх залежності від змін у системі.[16]

Картографічний метод дослідження регіонів України, щодо подальшого розвитку енергоефективних екологічних поселень

Під час аналізу енергетичної ситуації в регіонах України була використана серія карт, які представляють природно-кліматичний потенціал індикативні для сонячної, вітрової та гідроенергетики. Крім того, були враховані наявні та діючі альтернативні джерела енергії на всій території України, зокрема в Харківській області. В результаті були визначені найпривабливіші регіони для розміщення енергоефективних екологічних поселень.[17]

Трансформація енергетичного сектору ЄС та України: відновлювальні джерела енергії

Стаття розглядає проблеми, які спонукають країни Європейського Союзу та Україну перейти на відновлювані джерела енергії. В сучасному світі спостерігається поступова зміна технологічного ландшафту, який базується на використанні традиційних енергетичних ресурсів, що є вичерпними та шкідливими для навколишнього середовища. В цьому контексті розвиваються технології "чистої" енергетики, які займають

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

2012/27/ЄС, використовуючи також показник енергетичної рентабельності.[20]

Особливості експлуатації фотоелектричних станцій з пристроями накопичення енергії

Наслідки російської збройної агресії привели до серйозних пошкоджень енергетичної інфраструктури, що змусило Україну переглянути сектор сонячної енергетики на ринку. В результаті виникла значна потреба в пристроях, які можуть забезпечувати електроживлення під час масових відключень споживачів. В ході дослідження була проаналізована установка потужністю 10 кВА, яка забезпечує автономну роботу пристроїв протягом тривалого періоду часу. Були розглянуті гібридні схеми, які базуються на обладнанні від компанії Huawei. Налаштування контролерів дозволяють пріоритетно використовувати максимальне споживання або враховувати особливості багатотарифного обліку електроенергії. Важливою складовою цієї системи є Backup Box, який встановлює зв'язок між інвертором та зовнішньою мережею, а також з двома групами споживачів. Були розроблені пропозиції щодо модернізації мережевих фотоелектричних станцій, щоб забезпечити автономність домашніх господарств і невеликих комерційних об'єктів. Одним з основних критеріїв налаштування модернізованих станцій є обмеження вихідної потужності для виконання договірних умов з енергопостачальною компанією. Для майбутніх досліджень рекомендується вивчити можливості використання надлишкової фотоелектричної енергії для живлення теплоакуюлюючих пристроїв.[21]

1.3 Висновки до розділу 1

Таким чином Критичний аналіз розглянутих вище наукових літературних джерел дозволяє зробити наступні висновки.

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

1. Поширення використання сонячної енергії на території України повністю збігається з існуючими сучасними тенденціями у розвитку відновлюваної енергетики.

2. Зазначений процес матиме вельми тісний зв'язок із зростанням парку електромобілів, як у контексті прогнозування можливостей живлення зарядних станцій від фотоелектричних панелей, так і у аспекті використання відпрацьованих тягових батарей у системах накопичення електроенергії.

3. Переважна більшість розглянутих робіт стосується макrorівня у використанні відновлюваних джерел енергії, тобто систем, які розраховані на живлення певних груп приймачів та підтримують паралельну роботу з енергосистемою. Локальні системи резервування як правило лишаються поза увагою дослідників.

4. Найбільш близькою до тематики даного дослідження є робота [21], проте в основу вибору потужності фотоелектричної станції для живлення домашніх господарств або невеликих комерційних об'єктів покладено принцип виконання договірних умов з енергопостачальною компанією. Тобто потужність сонячної електростанції (СЕС) передбачає тривале живлення усіх електроустановок об'єкту, а не лише критично важливих для підтримання його життєдіяльності. Це зумовлює достатньо велику потужність даної СЕС у 10 кВА, що на практиці зумовить значні капітальні витрати на її встановлення та значні обмеження компоновального характеру щодо місць розташування фотоелектричних модулів.

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електроприладів, впроваджується для задоволення життєвих потреб мешканців.

Запровадження сонячної електростанції є вагомим кроком у напрямку стійкості та енергоефективності. Ця система забезпечує резервування електропостачання на одну добу у випадку відключення основного джерела енергії. Такий інноваційний підхід сприяє зменшенню залежності від зовнішніх енергетичних джерел, у той же час робить їх вартість доступною для побутових потреб.

Підсумовуючи, об'єкт вивчення відзначається не лише естетикою та архітектурною унікальністю, але й вдосконаленими інженерними та електричними рішеннями, спрямованими на забезпечення комфорту, ефективності та надійності в його експлуатації.

Потужність основних споживачів електроенергії в будинку наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Потужність основних електричних навантажень

№ п/п	Споживачі	Потужність, Вт
1	Холодильник	200
2	Освітлення світлодіодне	100
3	Котел опалення газовий (електричне керування)	130
4	Пристрої передачі і оброблення інформації та зв'язку (ноутбук, роутер, тощо)	100
5	Пральна машина	2200

2.2 Статистичний аналіз споживання активної потужності протягом розрахункової доби

Для отримання даних активної потужності впродовж доби було застосовано звичайний побутовий лічильник типу НІК 2102-01.Е2МСТР1, з якого впродовж доби знімалися показники активної потужності яка використовувалась, кожні 10 хвилин. Така дискретність зробила можливим уникнути дуже великої кількості даних, які б ускладнювали їх подальшу

обробку і аналіз шляхом використання математичних алгоритмів. У той же час така дискретність дозволила оцінити фактичний розподіл потужності впродовж доби.

Слід враховувати, що потужність яка споживається може бути різною, залежно від пори року, вподобань і необхідності окремо узятої людини. Оскільки основним споживачами потужності не є нагрівальні прилади, практика показує, що в основному вона не перевищувала 0,5 кВт.

Повний графік добового навантаження показано на рис.2.1.

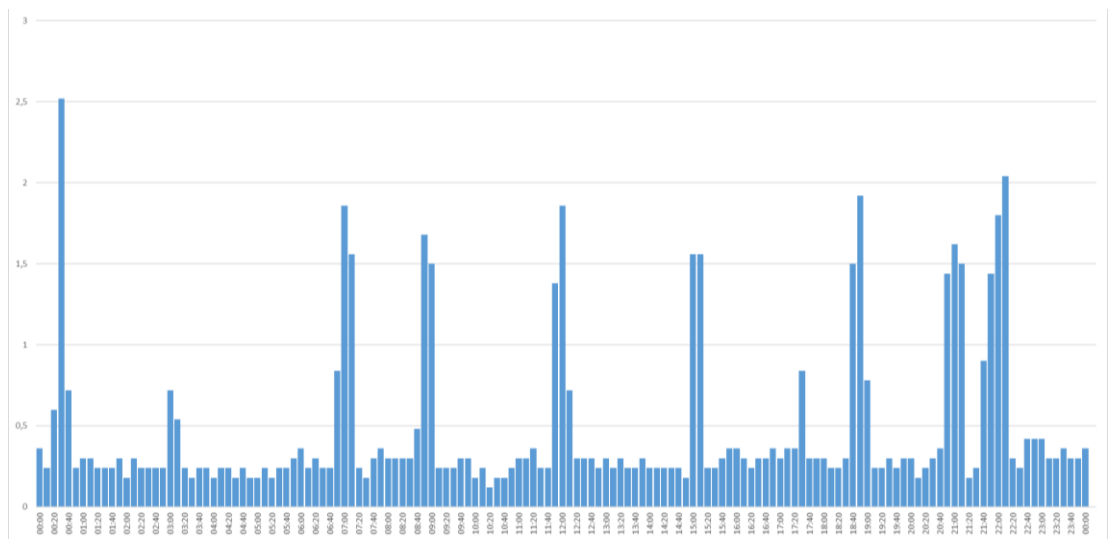


Рис.2.1 – Гістограма добового навантаження

Нехай маємо статистичну вибірку (x_1, x_2, \dots, x_n) випадкової величини.

Потрібно виконати статистичний аналіз, тобто встановити закономірності зміни цієї випадкової величини. А як відомо, ці закономірності характеризуються законом розподілення та числовими характеристиками випадкових величин. Отже, потрібно визначити математичне сподівання, дисперсію, середньоквадратичне відхилення, моду, медіану, коефіцієнт асиметрії, ексцес, а також встановити закон розподілення цієї величини.

Вихідна потужність P (в кВт), яка споживається приладами:

0.36; 0.24; 0.6; 2.52; 0.72; 0.24; 0.3; 0.3; 0.24; 0.24; 0.24; 0.3; 0.18; 0.3;
0.24; 0.24; 0.24; 0.24; 0.72; 0.54; 0.24; 0.18; 0.24; 0.24; 0.18; 0.24; 0.24;

0.18; 0.24; 0.18;

Для цієї «малої» вибірки визначаємо математичне сподівання за формулою

$$m_{\Delta W_T}^* = \frac{\sum_{i=1}^{30} \Delta W_{T i}}{30}, \quad (2.2)$$

$$m_{\Delta W_T}^* = 0,372 \text{ кВт.}$$

Аналогічно для «малої» вибірки визначаємо середньоквадратичне відхилення за формулою

$$\sigma_{\Delta W_T}^* = \sqrt{D_{\Delta W_T}^*}, \quad (2.3)$$

де $D_{\Delta W_T}^*$ – дисперсія випадкової величини;

$$D_{\Delta W_T}^* = \frac{\sum_{i=1}^{30} (\Delta W_{T i} - m_{\Delta W_T}^*)^2}{30 - 1}, \quad (2.4)$$

$$D_{\Delta W_T}^* = 0,18 \text{ кВт}^2;$$

$$\sigma_{\Delta W_T}^* = 0,424 \text{ кВт};$$

$$\Delta = 0,004 \text{ кВт};$$

$$n_{\min} = \frac{N \cdot \sigma_B^2 \cdot t^2}{N \cdot \Delta^2 + \sigma_B^2 \cdot t^2}, \quad (2.5)$$

Отримали $n_{\min} \approx 144,581$, а задана сукупність $n = 145$, отже заданої нормальної статистичної сукупності достатньо для якісного статистичного аналізу.

2. Розділяємо увесь масив нормальної статистичної сукупності на інтервали.

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для цього обираємо із сукупності візуально найбільше і найменше значення

Найбільше $\Delta W_{T \max} = 2,52$ кВт.

Найменше $\Delta W_{T \min} = 0,12$ кВт.

За цими даними визначаємо довжину інтервалу зміни випадкової величини за такою формулою

$$\Delta \Delta W_T = \frac{\Delta W_{T \max} - \Delta W_{T \min}}{1 + 3,2 \cdot \lg(n)} = 0,3032 \text{ кВт} \quad (2.6)$$

3. Визначаємо межі інтервалів зміни W_p і записуємо їх у табл. 2.2.

Перший інтервал буде мати такі границі (ліву та праву):

$$\Delta W_{T \min} \dots \Delta W_{T \min} + \Delta W_T$$

Таблиця 2.2 – Межі інтервалів

№ п/п	Межі інтервалів $\Delta W_{T i}$ - $\Delta W_{T i+1}$, кВт	Розрахунок частот в інтервалах, х	Частота в інтервалах, m	Частість в інтервалі, $p_i = m_i / n$
1	0,12 – 0,423		118	0,814
2	0,423 – 0,726		6	0,041
3	0,726 – 1,03		4	0,028
4	1,03 – 1,333	-	0	0
5	1,333 – 1,636		10	0,069
6	1,636 – 1,939		5	0,034
7	1,939 – 2,242		1	0,007
8	2,242 – 2,545		1	0,007

4. За даними стовпців 2 і 5 таблиці 1 будемо так зване статистичне розподілення досліджуємої випадкової величини, тобто будемо гістограму. По вісі ординат гістограми відкладаємо значення частоти (стовпчик 5); в результаті отримуємо рисунок 2.2.

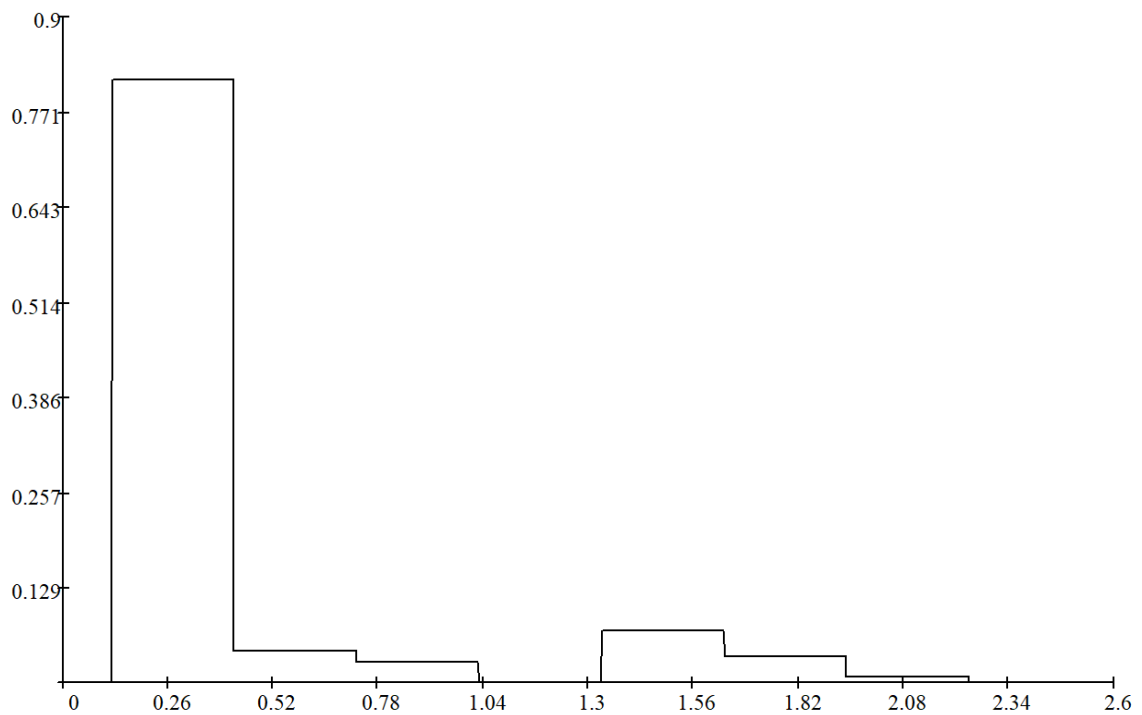


Рис. 2.2 – Гістограма статистичного розподілу

5. Визначаємо числові характеристики заданої нормальної сукупності, тобто математичне сподівання, дисперсію, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт асиметрії, ексцес.

Математичне сподівання:

$$m_{\Delta W_T} = \frac{\sum_{i=1}^{145} \Delta W_{T i}}{145}, \quad (2.7)$$

$$m_{\Delta W_T} = 0,466 \text{ кВт.}$$

Дисперсія:

$$D_{\Delta W_T} = \frac{\sum_{i=1}^{n=145} (\Delta W_{T i} - m_{\Delta W_T})^2}{145 - 1}, \quad (2.8)$$

$$D_{\Delta W_T} = 0,225 \text{ кВт}^2$$

Середньоквадратичне відхилення:

$$\sigma_{\Delta W_T} = \sqrt{D_{\Delta W_T}}, \quad (2.9)$$

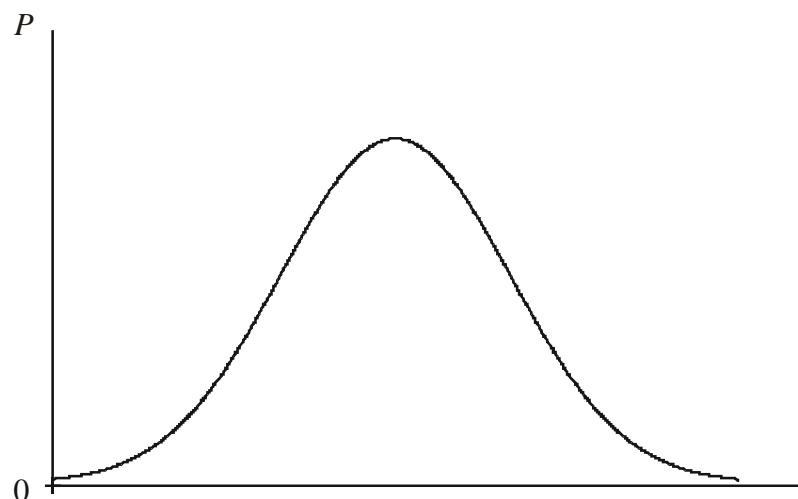


Рис. 2.3 – Теоретичний закон розподілу

$$f(\Delta W_T) = \frac{1}{\sigma_{\Delta W_T} \sqrt{2\pi}} e^{-\left[\frac{(\Delta W_{Ti} - m_{\Delta W_T})^2}{2 \cdot \sigma_{\Delta W_T}^2}\right]} \cdot \Delta \Delta W_T, \quad (2.12)$$

У цю формулу послідовно підставляються значення меж інтервалів гістограми, а також значення їх середини і визначається $f(\Delta W_T)$, які множаться на довжину інтервалу $\Delta \Delta W_T$ (табл.2.3). Отримані значення $f(\Delta W_T)$ відкладаються на рис.2.4. В результаті отримуємо неперервну плавну криву $f(\Delta W_T)$.

Таблиця 2.3 – Значення довжин інтервалів

№ п/п	Значення меж і середин ΔW_{Ti} , кВт	$\frac{(\Delta W_{Ti} - m_{\Delta W_T})^2}{2 \cdot \sigma_{\Delta W_T}^2}$	$e^{-\frac{(\Delta W_{Ti} - m_{\Delta W_T})^2}{2 \cdot \sigma_{\Delta W_T}^2}}$	$f(\Delta W_T)$
1	2	3	4	5
1	0,12	0,266	0,766	0,196
2	0,272	0,084	0,919	0,235
3	0,423	0,004	0,996	0,254
4	0,575	0,026	0,974	0,249
5	0,726	0,151	0,86	0,219
6	0,878	0,378	0,685	0,175
7	1,03	0,707	0,493	0,126
8	1,181	1,138	0,32	0,082
9	1,333	1,672	0,188	0,048

Продовження табл. 2.3

10	1,484	2,308	0,099	0,025
11	1,636	3,046	0,048	0,012
12	1,787	3,886	0,021	0,005
13	1,939	4,829	0,008	0,002
14	2,091	5,874	0,003	0,001
15	2,242	7,021	0,001	0
16	2,394	8,27	0	0
17	2,545	9,622	0	0

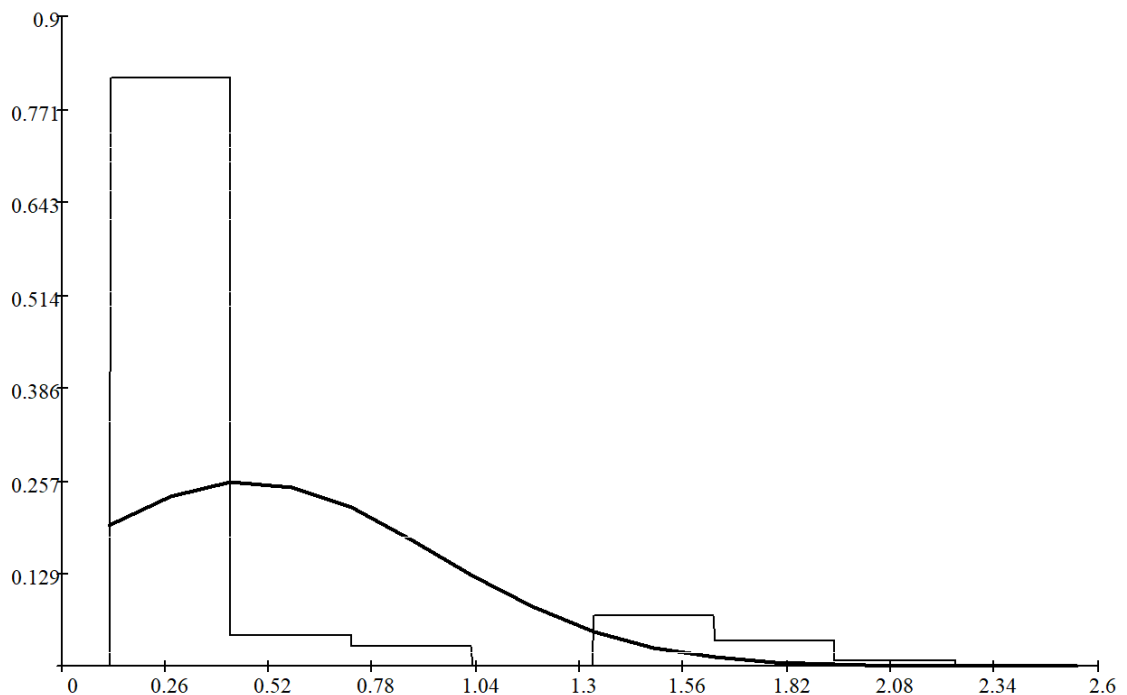


Рис. 2.4 – Статичне розподілення досліджуваної випадкової величини та теоретичний закон розподілення

7. Виконуємо перевірку узгодженостей теоретичного і статистичного розподілень, гістограми з вибраним теоретичним законом розподілення. Тобто перевіримо, чи достатньо якісно крива 2 вирівнює ступінчасту гістограму 1. В теорії імовірностей найчастіше це виконують за так званим критерієм Пірсона згідно формули

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^l \frac{(m_i - np_i)^2}{np_i}, \quad (2.13)$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

де l - кількість інтервалів $l=8$;

m_i – кількість частоти інтервалів (стовпчик 3, табл.2.2);

n – загальна статистична сукупність, $n = 145$;

p_i – імовірність значень досліджуваної випадкової величини в кожному інтервалі.

Для розрахунку χ^2 потрібно виконувати такі табличні розрахунки (табл.2.4).

Таблиця 2.4 – Табличні розрахунки

№ п/п	Межі інтервалів $\Delta W_{T i} - \Delta W_{T i+1}$, кВт	Частота в інтервалах, m_i	$\frac{\Delta W_{T i+1} - m \Delta W_T}{\sigma \Delta W_T}$, в.о.	Φ^* (стп. 4), в.о.	$\frac{\Delta W_{T i} - m \Delta W_T}{\sigma \Delta W_T}$, в.о.	Φ^* (стп. 6), в.о.	$p_i = \Phi^*(4) - \Phi^*(6)$	$n p_i$	$\frac{(m_i - n p_i)^2}{n p_i}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,12 – 0,423	118	-0,09	0,464	-0,73	0,233	0,231	33,538	212,704
2	0,423 – 0,726	6	0,549	0,709	-0,09	0,464	0,245	35,462	24,477
3	0,726 – 1,03	4	1,189	0,883	0,549	0,709	0,174	25,251	17,885
4	1,03 – 1,333	0	1,829	0,966	1,189	0,883	0,083	12,107	12,107
5	1,333 – 1,636	10	2,468	0,993	1,829	0,966	0,027	3,907	9,503
6	1,636 – 1,939	5	3,108	0,999	2,468	0,993	0,006	0,848	20,326
7	1,939 – 2,242	1	3,747	1	3,108	0,999	0,001	0,124	6,205
8	2,242 – 2,545	1	4,387	1	3,747	1	0	0,012	80,466
Сума:									383,671

Значення стовпчиків 4 і 6 отримані згідно з [22]

$$\chi^2 = 12,541.$$

Кількість накладених зв'язків, $S = 3$.

Тоді кількість ступенів вільності:

$$r = l - S = 8 - 3 = 5, \quad (2.14)$$

Тоді відповідно до [22], при $\chi^2 = 383,671$ з $r = 5$, маємо $p < 0,001$.

Це імовірність того, що вибране теоретичне розподілення частково описує статистичне розподілення (гістограма).

8. Майже завжди, якщо виконується статистичний аналіз, то обов'язково треба розрахувати так званий довірчий інтервал для розрахованого вже математичного сподівання, тобто визначити імовірність певного розкиду математичного сподівання, це виконується таким чином.

а) Приймається така довірна імовірність, найчастіше (0,9; 0,95; 0,99). Фізично довірна імовірність β свідчить з якою імовірністю буде існувати розкид математичного сподівання, той розкид, який зараз розраховується.

Нехай $\beta = 0,95$.

б) За методикою [22], при $\beta = 0,95$ маємо параметр $t_\beta = 1,96$.

в) Визначається середньоквадратичне відхилення за формулою

$$\sigma_{m\Delta W_T} = \sqrt{\frac{D_{m\Delta W_T}}{n}} = \sqrt{\frac{0,225}{145}} = 0,039, \quad (2.15)$$

г) Визначаємо величину зміни розрахованого математичного сподівання:

$$\varepsilon_\beta = t_\beta \cdot \sigma_{m\Delta W_T} = 1,96 \cdot 0,039 = 0,077, \quad (2.16)$$

д) Отже, довірчий інтервал математичного сподівання буде таким:

$$I_{\Delta W_T} = \begin{cases} 0,466 - 0,039 \\ 0,466 + 0,039 \end{cases}, \quad (2.17)$$

$$I_{\Delta W_T} = (0,3888; 0,543) \text{ кВт.}$$

Отже, з імовірністю 0,95 розраховане математичне сподівання буде знаходитися в інтервалі (0,3888; 0,543) кВт.

9. Користуючись отриманим законом розподілення, визначаємо моду і медіану досліджуємої випадкової величини.

Мода:

$$M_o = 0,275 \text{ кВт.}$$

Медіана:

$$M_e = 0,304 \text{ кВт.}$$

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Дуже часто при дослідженні певної випадкової величини треба визначити імовірність значень цієї випадкової величини в певній зміні її інтервалу.

Треба визначити випадкову величину втрат електроенергії ΔW_T в такому інтервалі:

$$\Delta W_{T\alpha} = 0,12 \text{ кВт.}$$

$$\Delta W_{T\beta} = 0,726 \text{ кВт.}$$

Визначаємо за такою формулою

$$P_i(0,12 < \Delta W_T \leq 0,726) = \int_{\Delta W_{T\alpha}}^{\Delta W_{T\beta}} f(\Delta W_T) d\Delta W_T = 0,476, \quad (2.18)$$

Отже з імовірністю 0,476 розрахункове математичне сподівання буде знаходитися в інтервалі (0,12 – 0,726) кВт.

2.3 Критерії раціональності та основні елементи резервної системи електропостачання на основі відновлюваних джерел енергії

У цьому розділі розглядається аспект критеріїв раціональності та ключові елементи резервної системи електропостачання, побудованої на основі відновлюваних джерел енергії. Зокрема, на підставі пункту 2.1 ідентифікуються основні споживачі, які потребують живлення в умовах резервного електропостачання.

Перш за все, важливо мати цілодобово освітлення. Воно складається з зовнішнього світлодіодного прожектора на 100 Вт, а також світлодіодних ламп по 30 Вт.

Для збереження продуктів харчування має бути холодильник потужністю до 200 Вт.

Оскільки для опалення будинку та нагріву води використовується газовий котел, його турбіна споживає потужність 130 Вт.

										Арк.
										40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	7.141.190067.ПЗ					

Важливо також мати засоби зв'язку, до них можна віднести роутер, комп'ютер, смартфон, та інші гаджети. Для їх живлення відведена потужність 100 Вт.

Також важливими пристроєм є пральна машина, потужність якої може складати понад 2 кВт під час нагріву води.

Раціональне врахування потреб кожного споживача дозволяє оптимізувати резервну систему електропостачання, забезпечуючи надійне живлення в умовах відключення основного енергетичного джерела та збереження ефективності функціонування житлового простору.

Газовий котел протягом доби функціонує приблизно третину часу з потужністю 130 Вт.

Пральна машина як прилад необхідна відносно рідко, орієнтовно це 2 рази на тиждень для 4 осіб, тому її резервування не є необхідним.

Усі споживачі, які підлягають обов'язковому резервуванню, складають потужність 530 Вт.

Під раціональними параметрами основних елементів резервної системи електропостачання ми будемо розуміти такі параметри, які забезпечують резервування живлення визначених споживачів електроенергії протягом заданого часового проміжку, які є економічно обґрунтованими та враховують усю сукупність існуючих технічних обмежень у можливих проектних рішеннях системи.

Розглянемо спочатку критерії, які забезпечують функціональну складову даної концепції.

На підставі даних про електричні навантаження об'єкта електропостачання, котрі наведено у п.2.1 можна окреслити наступний перелік споживачів, функціонування яких є критичним для життєзабезпечення зазначеної будівлі, наведено в табл 2.5

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Таблиця 2.5 – Електричні навантаження

№п/п	Найменування споживачів	Потужність P, Вт
1	Холодильник	200
2	Освітлення світлодіодне	100
3	Котел опалення газовий (електричне керування)	130
4	Пристрої передачі і оброблення інформації та зв'язку (ноутбук, роутер, тощо)	100
Разом $P_{кр}$		530 Вт

Враховуючи те, що коефіцієнт потужності споживачів житлових будівель з газовими плитами та кондиціонерами $\cos \varphi = 0,93$ [23] а також наявність у будинку лічильника лише активної електроенергії, в подальших розрахунках, у якості розрахункового будемо застосовувати саме активне навантаження.

Для реалізації резервної системи живлення зазначених критичних споживачів серед відновлюваних джерел, на нашу думку, слід віддати перевагу сонячним фотоелектричним панелям, які працюють у складі гібридної електростанції разом з гібридним інвертором та батареями з загущеним електролітом у якості пристроїв накопичення електричної енергії.

Таким чином функціональний критерій вибору потужності гібридного інвертора має виглядати наступним чином

$$P_{ін} \geq P_{кр}, \quad (2.19)$$

де $P_{кр}$ – активна потужність обладнання критичної інфраструктури, Вт.

Параметри батарей з загущеним електролітом (AGM) запропоновано обрати з урахуванням 2х факторів, перший з них полягає у тому, що будинок належить до споживачів 3 категорії надійності електропостачання [24], що передбачає можливість перерви у постачанні електроенергії на час до 1 доби. Враховуючи час використання мінімального навантаження [23] тривалого

часу резервування визначеної групи споживачів складає 1/3 доби, тобто $T_r = 8$ годин.

Отже, функціональний критерій вибору параметрів акумуляторних батарей можна сформулювати так

$$T_{бат} \geq T_r, \quad (2.20)$$

де $T_{бат}$ – час роботи від батарей критичного навантаження;

$$T_{бат} = \frac{W_p}{P_{кр}}, \quad (2.21)$$

де W_p – електроенергія накопичена пристроєм резервування (AGM батареями).

Обсяг цієї енергії:

$$W_p = W_{кр} - W_{с\ min}, \quad (2.22)$$

де $W_{кр}$ – обсяг електричної енергії, потрібний для живлення критичного навантаження протягом часу резервування.

$$W_{кр} = P_{кр} \cdot T_r, \quad (2.23)$$

$W_{с\ min}$ – мінімальний обсяг електричної енергії вироблений сонячною електростанцією (СЕС) протягом часу перерви в електропостачанні.

$$W_{с\ min} = P_{с\ min} \cdot t_{ос\ min}, \quad (2.24)$$

де $t_{ос\ min}$ – мінімальний час сонячного опромінення панелі (взимку);

$P_{с\ min}$ – мінімальна потужність СЕС у найбільш несприятливих умовах інсоляції.

$$W_{с\ min} = P_{о\ min} \cdot \eta \cdot S_{пан}, \quad (2.25)$$

де η – ККД сонячної панелі. Для монокристалічної панелі $\eta = 20\%$. [25]

$P_{о\ min}$ – мінімальна потужність сонячного випромінювання на 1 м² площі поверхні;

$S_{пан}$ – площа сонячної панелі.

$$P_{O \min} = \frac{W_{O \min}}{t_{oc \min}}, \quad (2.26)$$

де $W_{O \min}$ – мінімальна питома енергія сонячного випромінювання, наприклад для м. Дніпро $W_{O \min} = 1$ кВт·год/м² [25];

Тоді вираз 2.27 враховуючи вираз 2.26, набуває вигляду:

$$W_{c \min} = W_{O \min} \cdot \eta \cdot S_{пан}, \quad (2.27)$$

В якості економічного критерію раціональності застосованих проєктних рішень, у межах даної дипломної роботи, пропонується критерій за терміном окупності.

Тобто

$$T_{ок} \leq T_{експл}, \quad (2.28)$$

де $T_{експл}$ – нормативний час експлуатації електротехнічного обладнання, 12 років [26];

В свою чергу час окупності капіталовкладень в електротехнічне обладнання резервної СЕС

$$T_{ок} = \frac{K_{обл}}{B_{ел}}, \quad (2.29)$$

де $K_{обл}$ – капіталовкладення в обладнання з урахуванням індексу інфляції, грн.;

$B_{ел}$ – вартість електроенергії, яка генерована СЕС протягом терміну експлуатації.

Вартість електроенергії

$$B_{ел} = C_{ел} \cdot P_{ек} \cdot t_{ген}, \quad (2.30)$$

де $t_{ген}$ – час генерації електроенергії СЕС на протязі терміну окупності, год;

$C_{ел}$ – вартість одного кВт·год електроенергії при централізованому електропостачанні, грн;

$P_{ек}$ – економічно доцільна активна потужність СЕС, кВт.

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На підставі статистичного аналізу графіку електричних навантажень, виконаного у п.2.2, пропонуємо прийняти

$$P_{ек} = m_n, \quad (2.31)$$

де m_n – математичне сподівання потужності згідно п.2.2;

Слід зауважити, що вираз (2.31) має застосовуватись з урахуванням функціонального обмеження (2.19).

У відповідності до обраного типу відновлювального джерела енергії, технічні обмеження, що до його потужності, полягають у площі покрівлі будинку, яка придатна до встановлення фотоелектричних панелей.

$$S_{пан} \leq S_{max}, \quad (2.32)$$

де S_{max} – площа склону даху;

Для вибору сонячних панелей розглянемо для Дніпропетровської області той час, коли сонячна інсоляція є найгіршою. Цей період припадає на грудень і інсоляція складає близько 0,96 кВт·год/м²/день.

З рештою маємо необхідну площу для встановлення панелей 2,6 м² потужністю у 545 Вт з направленням на південь та з кутом нахилу 45°.

Після проведення розрахунків, для зручності, зводимо необхідні параметри у табл. 2.6

Таблиця 2.6 – Параметри сонячної електростанції

Параметр	Значення
Потужність гібридного інвертора, Вт	≥ 800
Потужність фотоелектричних модулів, Вт	≥ 545
Енергія, накопичена пристроєм резервування, А·год	≥ 400
Площа під встановлення панелей фотоелектричних модулів, м ²	≥ 2,6

У відповідності до параметрів обираємо обладнання для встановлення сонячної електростанції.

В якості сонячних панелей для генерації електроенергії обираємо панель марки «Risen RSM110-8-545M 12BB TITAN».

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В якості гібридного інвертора для живлення обладнання, обираємо однофазний інвертор, з чистим синусом марки «ORBUS VP1000-12».

Для зберігання електроенергії і живлення обладнання у нічний час, обираємо акумуляторні батареї марки «Kijo JS 12V 200Ah AGM» у кількості двох штук для збільшення ємності до необхідної.

Зведемо основне обладнання сонячної електростанції у таблицю та розрахуємо вартість цього обладнання.

Сонячна електростанція складається з наступних елементів, що наведені в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Обладнання сонячної електростанції

Обладнання	Назва обладнання/модель	Одн.вим.	Кількість	Вартість, грн.
Сонячна панель	Risen RSM110-8-545M 12BB TITAN	шт.	1	5909
Гібридний інвертор	ORBUS VP1000-12	шт.	1	11937
Акумуляторні батареї	Kijo JS 12V 200Ah AGM	шт.	2	16818

Загальна вартість обраного обладнання складає 34664 грн.

Параметри сонячних панелей Risen RSM110-8-545M 12BB TITAN наведені у табл. 2.8. На рис. 2.5 показано зовнішній вид панелі [27].

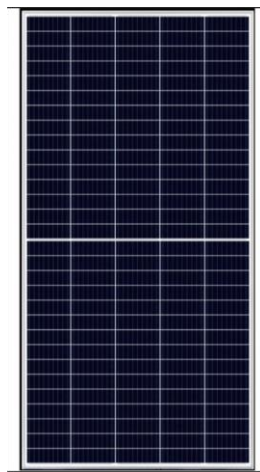


Рис. 2.5 – Зовнішній вигляд панелей Risen RSM110-8-545M 12BB TITAN

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Таблиця 2.8 – Параметри сонячної панелі

Виробник	Risen
Тип модуля	Монокристал
Напруга, В	24
Потужність, Вт	545
Напруга при макс.потужності, В	31,66
Струм при макс.потужності, А	17,22
Напруга холостого ходу, В	38,02
Струм короткого замикання, А	18,18
Тип конекторів	MC4
Відхилення потужності	0/+5, Вт
Коефіцієнт втрати потужності (температурний), %/°C	-0,34
Розміри (д/ш/в), мм	2384 / 1096 / 35
Вага, кг	29
Гарантія, міс	144

Параметри інвертора ORBUS VP1000-12 наведені у табл. 2.9, на рис. 2.6 зовнішній вигляд інвертора [28].



Рис. 2.6 – Зовнішній вигляд інвертора ORBUS VP1000-12

Таблиця 2.9 – Параметри інвертора

Виробник	ORBUS
Тип інвертора	Гібридний автономний

Продовження табл. 2.9

Кількість фаз	1
Номінальна потужність навантаження, Вт (ВА)	1000
Короткочасне перевантаження, Вт (ВА)	1000
Форма вихідної напруги	Чиста синусоїда
Вихідна напруга АКБ, В	12
Максимальний струм заряду, А	40
Режим заряду АКБ	PWM (ШИМ)
Максимальна напруга холостого ходу СБ, В	55
Діапазон вхідної напруги АС, В	170-280
Час перемикання, мс	10
Клас потужності гібридного інвертора, Вт	801-999
Гарантія, міс	12

Параметри акумуляторних батарей Kijo JS 12V 200Ah AGM наведені у табл. 2.10. На рис. 2.7 показано зовнішній вид акумуляторної батареї [29].



Рис. 2.7 – Зовнішній вигляд акумуляторної батареї Kijo JS 12V 200Ah AGM

Таблиця 2.10 – Параметри акумуляторних батарей

Виробник	Kijo
Напруга, В	12
Тип АКБ	AGM
Ємність, Аг	200
Ємність C20, Аг	200
Тип клемм	Болт М8
Вага, кг	62
Гарантія, міс	12

2.4 Висновки до розділу 2

1. Аналіз інженерних систем та електричних навантажень досліджуваного об'єкту показує, що потужності кожного з його споживачів мають переважно активний характер та не перевищують величину 2200 Вт для окремого споживача.

2. З точки зору забезпечення належної якості електричної енергії в режимі живлення від автономного джерела схемотехнічні рішення застосованого інвертора мають забезпечувати синусоїдну форму вихідного сигналу з низьким коефіцієнтом спотворення.

3. Показано, що графік зміни електричних навантажень розглядуваного об'єкту з позицій теорії ймовірностей та математичної статистики може бути описаний нормальним законом розподілу з математичним сподіванням $m_{\Delta W_T} = 0,466$ кВт. Дані статистичного аналізу електричних навантажень об'єкту можуть складати основу для прогнозування обсягу споживання електричної енергії а отже і економічного обґрунтування параметрів резервної системи живлення

4. Запропоновані параметри резервної системи живлення повністю забезпечують функціональні вимоги щодо резервування критично важливих навантажень будівлі протягом 1 доди, є економічно обґрунтованими та

враховують наявні компонувальні обмеження щодо можливостей встановлення основного обладнання резервного автономного джерела.

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Вимоги безпеки праці під час виконання робіт

Згідно з нормативно-правовим актом охорони праці (НПАОП) 40.1-1.21-98. [30]

В електроустановках до 1000 В споживачів, які не мають електротехнічних працівників, оформлення робіт нарядом (розпорядженням), підготовку робочих місць і допуск до робіт з електролічильниками, за показами яких здійснюються розрахунки за спожиту електроенергію, можуть виконувати працівники електропостачальної організації.

Встановлення і зняття електролічильників та інших вимірювальних приладів, підключених до вимірювальних трансформаторів, повинні провадити за нарядом зі зняттям напруги два працівники, один з яких повинен мати групу IV, а другий – групу III.

Встановлення і зняття електролічильників безпосереднього ввімкнення допускається провадити за розпорядженням одному працівнику з групою III.

Встановлення і зняття електролічильників, а також приєднання вимірювальних приладів виконуються зі зняттям напруги.

В разі розміщення однофазних електролічильників безпосереднього ввімкнення в приміщеннях без підвищеної небезпеки відносно ураження людей електричним струмом, роботи з електролічильниками можуть виконуватися одноособово – без зняття напруги, але з відключенням навантаження.

Акумуляторні батареї та зарядні пристрої

Працювати в акумуляторних приміщеннях дозволяється працівникам, які пройшли перевірку знань та інструктаж з безпечного поводження з кислотою, лугами і свинцем.

									Арк.
									51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	7.141.190067.ПЗ				

Забороняється палити в акумуляторному приміщенні, входити до нього з вогнем, користуватись електронагрівальними приладами, апаратами і інструментами, що можуть креснути іскрою.

В акумуляторних приміщеннях, що мають припливно-витяжну вентиляцію, останню слід вмикати перед початком зарядки і вимикати після видалення газу, але не раніше ніж через 1,5 год. після закінчення заряджання.

На дверях акумуляторного приміщення слід зробити написи: «Акумуляторна», «Вогнебезпечно», «Забороняється палити» і вивісити відповідні знаки безпеки про заборону користування відкритим вогнем.

В акумуляторних приміщеннях, що мають припливно-витяжну вентиляцію, останню слід вмикати перед початком зарядки і вимикати після видалення газу, але не раніше ніж через 1,5 год. після закінчення заряджання.

У кожному акумуляторному приміщенні мають бути:

- скляний або фарфоровий кувалд з носиком (або глечик) місткістю (1,5 – 2) л для приготування електроліту і доливання його в посудини;
- нейтралізувальний розчин питної соди (5%-ний) для кислотних батарей і борної кислоти або оцтової есенції (одна частина на вісім частин води) для лужних батарей.

На всіх посудинах з електролітом, дистильованою водою і нейтралізувальними розчинами слід зробити відповідні написи (вказати назву речовин).

Обслуговування акумуляторних батарей повинні проводити спеціально підготовлені працівники з групою Ш.

3.2 Дії працівників (персоналу) в аварійних (надзвичайних) ситуаціях

Порядок надання домедичної допомоги постраждалим при ураженні електричним струмом або блискавкою

Відповідно до наказу Міністерства охорони здоров'я України 09 березня 2022 року № 441. [30]

										Арк.
										52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

7.141.190067.ПЗ

1. Цей Порядок визначає механізм надання домедичної допомоги постраждалим при їх ураженні струмом або блискавкою особами, які не мають медичної освіти, але за своїми службовими обов'язками повинні надавати домедичну допомогу.

2. У цьому Порядку термін «ураження електричним струмом або блискавкою» вживаються у такому значенні - невідкладний стан, викликаний дією електричного струму або блискавки.

Інші терміни вживаються у значеннях, наведених в Законі України «Основи законодавства України про охорону здоров'я» та інших нормативно-правових актах у сфері охорони здоров'я.

3. Послідовність дій при наданні домедичної допомоги постраждалим при ураженні електричним струмом або блискавкою:

1) перед наданням допомоги переконатися у відсутності небезпеки для себе, оточуючих, постраждалого та тільки за її відсутності перейти до наступного кроку;

2) якщо постраждалий у свідомості, заспокоїти та пояснити свої наступні дії;

3) здійснити виклик екстреної медичної допомоги та дотримуватись вказівок диспетчера прийому виклику;

4) при ураженні постраждалого блискавкою:

а) торкатися постраждалого та надавати йому необхідну допомогу безпечно;

б) якщо постраждалий у свідомості надати йому домедичну допомогу, відповідно до наявних пошкоджень;

5) при ураженні постраждалого електричним струмом:

якщо постраждалий без свідомості, впевнитись, що дія електричного струму на постраждалого припинена;

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

всі дії по припиненню дії електричного струму слід здійснювати за умови проходження відповідного навчання або здійснити виклик за єдиним телефонним номером системи екстреної допомоги населенню 112;

якщо дія електричного струму на постраждалого припинена, слід надати йому домедичну допомогу, відповідно до наявних пошкоджень;

6) забезпечити постійний нагляд за постраждалим до приїзду бригади екстреної (швидкої) медичної допомоги;

7) при погіршенні стану постраждалого до приїзду бригади екстреної (швидкої) медичної допомоги повторно здійснити виклик екстреної медичної допомоги;

8) за можливості зібрати у постраждалого чи оточуючих максимально можливу інформацію стосовно обставин отримання травми. Всю отриману інформацію передати працівникам бригади екстреної (швидкої) медичної допомоги або диспетчеру служби екстреної медичної допомоги.

4. Якщо до приїзду бригади екстреної (швидкої) медичної допомоги постраждалий втратив свідомість, слід перейти до Порядку надання домедичної допомоги дорослим при раптовій зупинці кровообігу або Порядку надання домедичної допомоги дітям при раптовій зупинці кровообігу, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 09 березня 2022 року № 441. [30]

3.3 Висновки до розділу 3

1) Охорона праці є однією з найважливіших вимог. Здоров'я працівників забезпечується шляхом виконання ними нормативних документів з охорони праці. Окремі положення ключових документів відображено у даному розділі.

2) Сонячна електростанція має у своєму складі обладнання, яке може становити небезпеку для електротехнічного персоналу та інших осіб. Це небезпечно для життя напруга змінного струму у мережі, а також

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

небезпечні речовини. Особливу увагу слід приділити попередженню небезпечних ситуацій при поводженні з кислотою, оскільки такі ситуації є цілком можливими в умовах експлуатації сонячної електростанції.

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

найбільш перспективною формою реалізації концепції розподіленої генерації у системах електропостачання побутових споживачів приватних будинків та невеликих будівель промислового або офісного призначення є впровадження резервних систем електропостачання на основі фотоелектричних панелей, які працюють без можливості передачі електроенергії у мережу зовнішнього електропостачання. В такому разі у нормальному режимі роботи споживач отримує від централізованої системи лише ту частину енергії, яка не забезпечується поточною генерацією від резервної системи або енергію, що запасається у акумуляторних батареях. Вказаний підхід позитивно впливатиме на режим напруги у системі централізованого електропостачання та сприятиме зменшенню втрат електроенергії в елементах зазначеної системи.

4. Питання визначення раціональних параметрів зазначених резервних систем живлення, на нашу думку, доцільно вирішувати на основі критеріїв, які детально описано у п.2.3. У свою чергу зазначені критерії мають ґрунтуватися на відомостях про реальний графік електричних навантажень об'єкту, які у свою чергу можуть бути отримані експериментально згідно з показами лічильників, котрі приєднано до автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії. Подальша обробка отриманих даних із застосуванням методів теорії ймовірностей та математичної статистики відкриває широкі можливості щодо удосконалення методик визначення вказаних вище критеріїв.

5. Можливо також передбачити, що широке впровадження персонального електричного транспорту стане суттєвою складовою забезпечення енергетичної незалежності України в умовах недостатнього власного видобутку та переробки нафтопродуктів. Тому все більшу актуальність будуть набувати питання долучення зарядних станцій до існуючої системи електропостачання та розробка систем зберігання електричної енергії, передусім, яку отримано за рахунок відновлюваних джерел.

									Арк.
									57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	7.141.190067.ПЗ				

6. Денисов В. А. Модель визначення оптимальних режимів функціонування енергосистеми України при покритті добового графіку електричних навантажень та забезпечення необхідних обсягів резервування та використання накопичуючих потужностей [Електронний ресурс] / Віктор Абрамович Денисов // Інститут загальної енергетики НАН України. – 2020. – Режим доступу до ресурсу:

https://www.researchgate.net/publication/346525590_MODEL_VIZNACENNA_OPTIMALNIH_REZIMIV_FUNKCIONUVANNA_ENERGOSISTEMI_UKRAINI_PRI_POKRITTI_DOBOVOGO_GRAFIKU_ELEKTRICNIH_NAVANTAZEN_TA_ZABEZPECENNA_NEOBHIDNIH_OBSAGIV_REZERVUVANNA_TA_VIKORISTANNA_NAKOPICUUC.

7. Напрямки використання та нормативне забезпечення систем зберігання електричної енергії в Україні [Електронний ресурс] / І. В.Блінов, І. В. Трач, О. Б. Рибіна, Є. В. Парус // Інститут електродинаміки Національної академії наук України. – 2020. – Режим доступу до ресурсу:

https://www.researchgate.net/publication/353261630_NAPRAMKI_VIKORISTANNA_TA_NORMATIVNE_ZABEZPECENNA_SISTEM_ZBERIGANNA_ELEKTRICNOI_ENERGII_V_UKRAINI.

8. Оптимізація процесу вибору місця розташування сонячних електростанцій з використанням ГІС-аналізу [Електронний ресурс] / О. С.Бутенко, К. А. Цвященко, К. О. Буравченко, А. А. Нікітін // Системи управління навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – 2019. – Режим доступу до ресурсу:

https://www.researchgate.net/publication/332197144_OPTIMIZACIA_PROCESU_VIBORU_MISCA_ROZTASUVANNA_SONACNIH_ELEKTROSTANCIJ_Z_VIKORISTANNAM_GIS-ANALIZU

17. Селіхова Я. В. Картографічний метод дослідження регіонів України, щодо подальшого розвитку енергоефективних екологічних поселень [Електронний ресурс] / Яна Вікторівна Селіхова // Міжнародний науковий журнал grail of science. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/355111163_KARTOGRAFICNIJ_METOD_DOSLIDZENNA_REGIONIV_UKRAINI_SODO_PODALSOG_O_ROZVITKU_ENERGOEFEKTIVNIH_EKOLOGICNIH_POSELEN.
18. Дороніна І. І. Трансформація енергетичного сектору ЄС та України: відновлювальні джерела енергії [Електронний ресурс] / Ірина Ігорівна Дороніна // Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/336836937_Transformacia_energeticnogo_sektoru_ES_ta_Ukraini_vidnovlualni_dzerela_energii.
19. Ahamer G. Інвентаризація наявної інформації про відновлювані джерела енергії [Електронний ресурс] / Gilbert Ahamer // Проект ЄС Твінінг “Розвиток відновлюваної енергетики в Україні”. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/342719732_Inventarizacia_naavno_i_informacii_pro_vidnovluvani_dzerela_energii.
20. Тащев Ю. В. Енергоефективність: відновлювані та невідновлювані джерела енергії [Електронний ресурс] / Юрій Вікторович Тащев // Вісник соціально-економічних досліджень, випуск 2 (57). – 2015. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/348778074_ENERGOEFEKTIVNIST_VIDNOVLUVANI_TA_NEVIDNOVLUVANI_DZERELA_ENERGII.
21. Соколовський О. Ф. Особливості експлуатації фотоелектричних станцій з пристроями накопичення енергії [Електронний ресурс] / О. Ф. Соколовський, Т. Л. Терещук // Міжнародний науковий журнал

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- "Грааль науки". – 2023. – Режим доступу до ресурсу:
https://www.researchgate.net/publication/369018622_OS Oblivosti_Ekspluatacii_Fotoelektrichnih_Stancij_Z_Pristroami_Nakopichenna_Energii.
22. Герич М. С. Математична статистика [Електронний ресурс] / М. С. Герич, О. О. Синявська // УжНУ. – 2021. – Режим доступу до ресурсу:
https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/34910/1/Герич,%20Синявська%20Математична%20статистика_2021.pdf.
23. Попов В. А. Проектування систем забезпечення споживачів електричною енергією / В. А. Попов, В. В. Ткаченко, О. С. Ярмолук. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 222 с.
24. Правила улаштування електроустановок. [Чинний від 2017-07-21]. Київ: Міненерговугілля України [Електрон. ресурс]: 2017. – Режим доступу:
<https://art-energetyka.com.ua/Правила-улаштування-електроустановок.pdf>
25. Сонячне випромінювання в Україні [Електронний ресурс] // SolarSoul.net – Режим доступу до ресурсу:
<https://solarsoul.net/uk/sonyachne-viprominyuvannya-v-ukraini#:~:text=Максимальне%20добове%20сумарне%20сонячне%20випромінювання,3%20кВт·год%20Фм²>.
26. Бондар, І.Л. Електричні системи та мережі споживачів залізничного транспорту . [Текст] / І.Л. Бондар, О.І. Бондар, В.Г. Сиченко — Дніпропетровськ, 2009
27. Сонячна батарея Risen RSM110-8-545M 12BB TITAN [Електронний ресурс] // alfa solar – Режим доступу до ресурсу:
<https://alfa.solar/uk/sonyachna-batareya-risen-rsm110-8-540m-12bb-titan-id1146.html>.

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

28. Гібридний ДБЖ ORBUS 1000, 12V, 1кВт ШІМ [Електронний ресурс] // alfa solar – Режим доступу до ресурсу: <https://alfa.solar/uk/gibridnij-dbzh-orbus-1000-12v-1kvt-shim-id1524.html>.
29. Акумуляторна батарея Kijo JS 12V 200Ah AGM [Електронний ресурс] // alfa solar – Режим доступу до ресурсу: <https://alfa.solar/uk/akumulyatorna-batareya-kijo-js-12v-200ah-agm-id950.html>.
30. НПА ОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів [Електронний ресурс]. – 1998. – Режим доступу до ресурсу: https://dnaop.com/html/2029_14.html
31. Порядок надання домедичної допомоги постраждалим при ураженні електричним струмом або блискавкою [Електронний ресурс] // МОЗ. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: https://moz.gov.ua/uploads/8/40977-dn_441_09032022_dod24.pdf.

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ГРАФІЧНИХ РОБІТ

- 1) Архітектурні рішення житлової будівлі;
- 2) Схема електропостачання будинку;
- 3) Статистичне розподілення потужності навантажень;
- 4) Основне обладнання резервної системи електропостачання.

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

					7.141.190067.ПЗ	Арк.
						66
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ



Рис. А.1 – Вид спереду

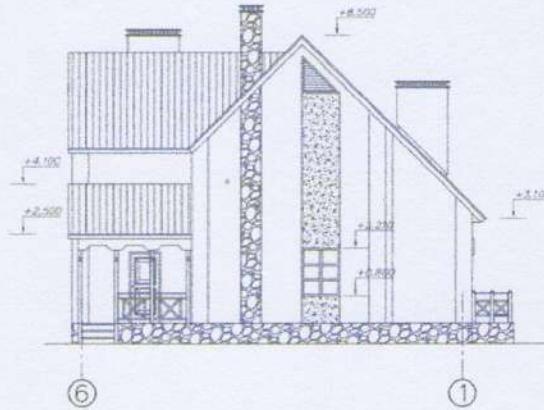


Рис. А.2 – Вид ззаду

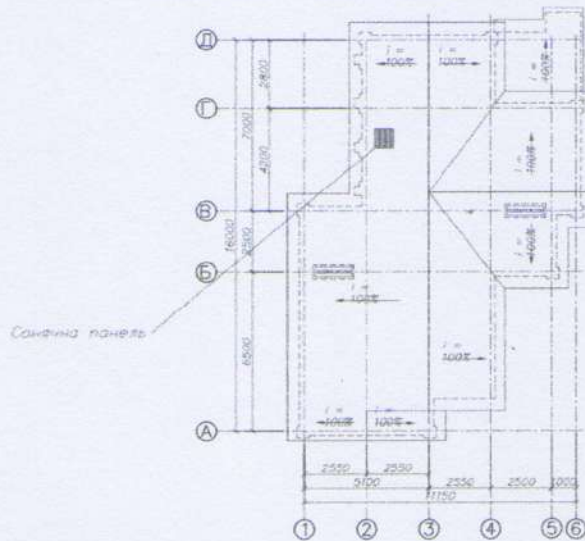


Рис. А.3 – Вид зверху

					Архітектурні рішення житлової будівлі					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Визначення раціональної потужності резервної системи електропостачання житлового будинку на основі застосування відновлюваних джерел енергії					
					Літ.	Маса	Масштаб			
Розроб.		Шуйський М.С.	<i>[Signature]</i>				1 : 1			
Перевір.		Бондар О.І.	<i>[Signature]</i>	05/01/23						
Т. Контр.					Арк.	67	Аркушів 70			
Реценз.					Додаток А 7.141.190067.01					
Н. Контр.		Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>	2/12				МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕЕ2221		
Затверд.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	2/12						

СХЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ БУДИНКУ

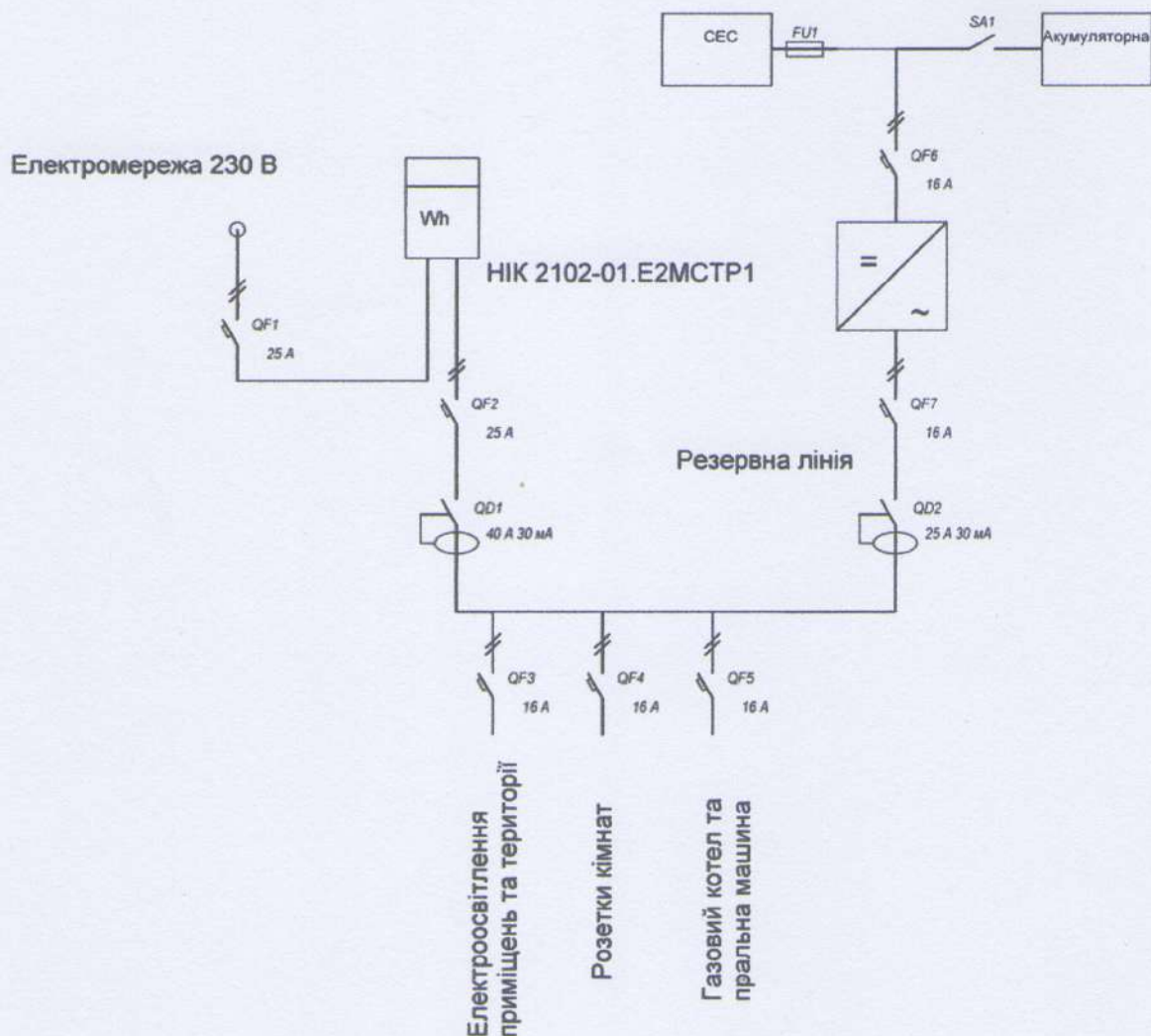


Рис. А.4 – Схема електропостачання будинку

Схема електропостачання будинку								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Визначення раціональної потужності резервної системи електропостачання житлового будинку на основі застосування відновлюваних джерел енергії	Літ.	Маса	Масштаб
								1 : 1
Розроб.		Шуйський М.С.	<i>[Signature]</i>					
Перевір.		Бондар О.І.	<i>[Signature]</i>	09/2012				
Т. Контр.						Арк. 68	Аркушів 70	
Реценз.								
Н. Контр.		Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>	12/12	Додаток А 7.141.190067.02			МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕЕ2221
Затверд.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	12/12				

СТАТИСТИЧНЕ РОЗПОДІЛЕННЯ ПОТУЖНОСТІ НАВАНТАЖЕНЬ

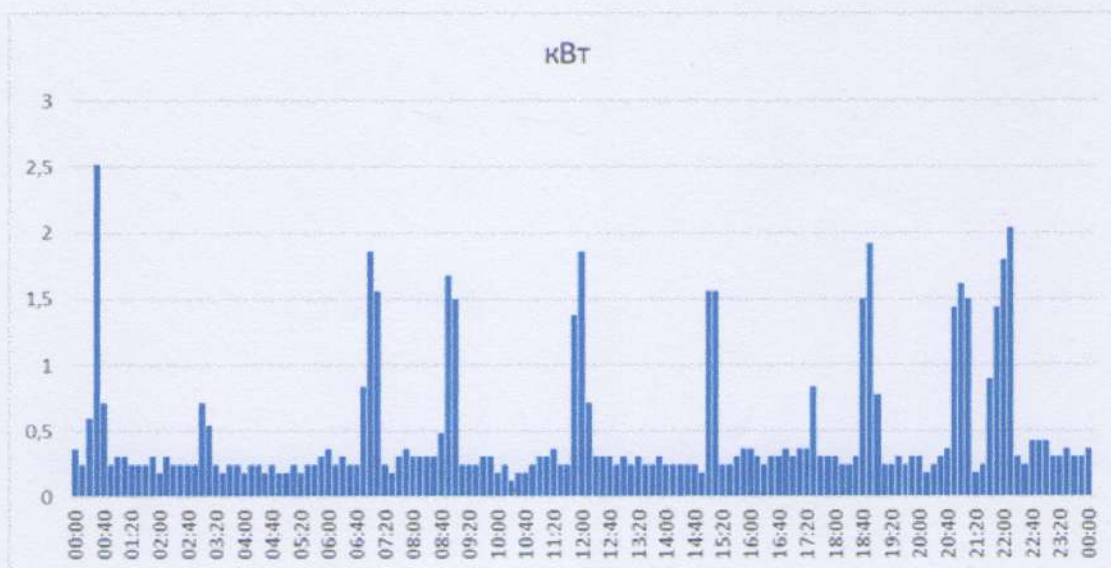
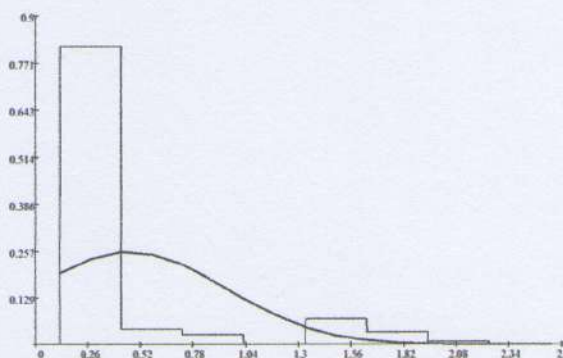


Рис. А.5 – Гістограма добового навантаження



Математичне сподівання $m_{\Delta W_T}^* = 0,372$ кВт;

Середньоквадратичне відхилення $\sigma_{\Delta W_T}^* = 0,424$ кВт;

Дисперсія $D_{\Delta W_T} = 0,225$ кВт²;

Коефіцієнт асиметрії $A_s = 2,316$ в.о.;

Екссес $E_x = 4,331$ в.о..

$$f(\Delta W_T) = \frac{1}{\sigma_{\Delta W_T} \sqrt{2\pi}} e^{-\left[\frac{(\Delta W_T - m_{\Delta W_T})^2}{2 \cdot \sigma_{\Delta W_T}^2} \right]} \cdot \Delta \Delta W_T$$

Рис. А.6 – Статичне розподілення досліджуваної випадкової величини та теоретичний закон розподілення

					Статистичне розподілення потужності навантажень			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Визначення раціональної потужності резервної системи електропостачання житлового будинку на основі застосування відновлюваних джерел енергії	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Шуйський М.С.	<i>[Signature]</i>					1 : 1
Перевір.		Бондар О.І.	<i>[Signature]</i>	09.02.24				
Т. Контр.						Арк.	69	Аркушів 70
Реценз.								
Н. Контр.		Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	Додаток А 7.141.190067.03		МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕЕ2221	
Затверд.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>				

ОСНОВНЕ ОБЛАДНАННЯ РЕЗЕРВНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Концепція нашого вибору включає в себе критерії: функціональна складова, економічне обґрунтування, технологічні обмеження.



Виробник	Risen
Тип елемента	Монокристал
Напруга, В	24
Потужність, Вт	545
Напруга при макс. потужності, В	31,66
Струм при макс. потужності, А	17,22
Напруга холостого ходу, В	38,02
Струм короткого замикання, А	18,18
Тип конекторів	МС4
Відхилення потужності	0/+5, Вт
Коефіцієнт втрати потужності (температурний), %/°C	-0,34
Розміри (д/ш/в), мм	2384 / 1096 / 35
Вага, кг	29
Гарантія, міс	144

Рис. А.7 – Зовнішній вигляд та технічні характеристики панелей Risen RSM110-8-545M 12BB TITAN



Виробник	ORBUS
Тип інвертора	Гібридний автомобільний
Класифікація фаз	1
Номинальна потужність навантаження, Вт (ВА)	1000
Короткочасне перевантаження, Вт (ВА)	1000
Функція відомої навантаження	Число спотребованих
Вихідна напруга АКБ, В	12
Максимальний струм зарядки, А	40
Режим зарядки АКБ	PWM (ШИМ)
Максимальна напруга холостого ходу СБ, В	55
Діапазон напруги мережі АС, В	170-280
Час зарядки, год	10
Клас потужності гібридного інвертора, Вт	801-999
Гарантія, міс	12

Рис. А.8 – Зовнішній вигляд та технічні характеристики інвертора ORBUS VP1000-12



Виробник	Kijo
Напруга, В	12
Тип АКБ	AGM
Ємність, Аг	200
Ємність С20, Аг	200
Тип клем	Болт М8
Вага, кг	62
Гарантія, міс	12

Рис. А.9 – Зовнішній вигляд та технічні характеристики акумуляторної батареї Kijo JS 12V 200Ah AGM

					Основне обладнання резервної системи електропостачання				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Визначення раціональної потужності резервної системи електропостачання житлового будинку на основі застосування відновлюваних джерел енергії	Літ.	Маса	Масштаб	
Розроб.		Шуйський М.С.	<i>[Signature]</i>						1 : 1
Перевір.		Бондар О.І.	<i>[Signature]</i>	<i>[Date]</i>					
Т. Контр.							Арк. 70	Аркушів 70	
Реценз.									
Н. Контр.		Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>	<i>[Date]</i>	Додаток А 7.141.190067.04	МОН України. УДУНТ Кафедра ЕТЕМ, група ЕЕ2221			
Затверд.		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	<i>[Date]</i>					