

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Навчально-науковий інститут електронних та інформаційних технологій
Кафедра електричної інженерії та інформаційно-вимірвальних технологій

Допущено до захисту

Завідувач кафедри
ЕІ ІВТ
к.т.н., доцент

А.Л. Приступа

ВИПУСКНИЙ КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ

ЗДОБУВАЧІВ ДРУГОГО РІВНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ

за темою «Обґрунтування структури мережі збору потужності ВЕС 76,5 МВт
та способу її приєднання до електричних мереж АТ «Одесаобленерго»»

освітньо-професійна програма «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

галузь знань 14 «Електрична інженерія»

НУЧП.565722.001ПЗ

Здобувачі

студенти групи МЕМп-191

Н.І. Ткалич

М.М. Здоровець

Керівник

доцент, к.т.н.

Р.О. Буйний

Нормоконтроль

Р.О. Буйний

2020

СПИСОК АВТОРІВ

В даному випускному кваліфікаційному проекті розділ 1 написаний М.М. Здоровець; розділ 2: написаний Н.І. Ткалич та М.М. Здоровець; розділ 3: параграф 3.1 написаний Н.І. Ткалич, параграфи 3.2-3.3 написані М.М. Здоровець; розділи 4 та 5 написані Н.І. Ткалич; розділ 6 написаний М.М. Здоровець .

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"
Навчально-науковий інститут електронних і інформаційних технологій
Кафедра електричної інженерії та інформаційно-вимірjувальних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ЕІІВТ

Приступа А.Л.

« 28 » 09 2020 р.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти
освітнього ступеня "магістр" за спеціальністю

141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

Ткалич Ніни Ігорівни та Здоровець Маргарити Миколаївни

Тема роботи: Обґрунтування структури мережі збору потужності ВЕС 76,5 МВт та способу її приєднання до електричних мереж АТ «Одесаобленерго»

*Тему затверджено наказом ректора
від "02" листопада 2020 р. № 593-С*

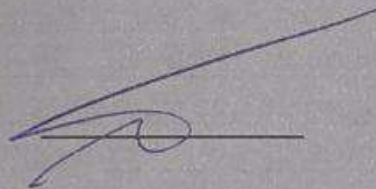
1. Вхідні дані до роботи: генеральний план земельної ділянки під спорудження ВЕС; ретроспективна інформація по оцінці вітропотенціалу на майданчику, на якому планується спорудити ВЕС; каталоги заводів-виробників вітроенергетичних установок; структурна схема та схема нормального режиму фрагменту електричних мереж 35-110 кВ АТ «Одесаобленерго»; існуючі мінімальні та максимальні навантаження в режимні дні на вводах 10кВ ПС 35-110 кВ АТ «Одесаобленерго»; ставки плати за нестандартне приєднання потужності до електричних мереж; інформація по геологічним та геодезичним вишукуванням ґрунтів.
2. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: проаналізувати виробників вітрових турбін та вибрати марку вітроенергетичних установок для майбутньої ВЕС; за наявним вітропотенціалом на території майданчика ВЕС оцінити орієнтовний обсяг річної кількості електроенергії, що буде вироблятися ВЕС; обґрунтувати спосіб приєднання ВЕС до діючих електричних мереж АТ «Одесаобленерго»; сформулювати раціональну структуру мережі збору потужності ВЕС та розрахувати її нормальні та аварійні режими роботи; вибрати схеми електричних з'єднань для нової підстанції для приєднання мережі збору потужності; розрахувати вартість приєднання ВЕС до електричних мереж та вартість спорудження нової підстанції; розрахунок напруг дотику та крокових напруг в мережі збору потужності; розрахунок блискавкозахисту підстанції.

3. Перелік графічного матеріалу:
- 1) Основні параметри вибраної вітроустановки.
 - 2) Розміщення вітроустановок на плані місцевості.
 - 3) Схема електрична принципова.
 - 4) План та розріз підстанції.
 - 5) Техніко-економічні показники.
 - 6) Розрахунок опорів заземлюючих пристроїв вітроустановок.
 - 7) Блискавкозахист підстанції.

Календарний план

№	Назва етапів роботи	Термін виконання	Примітки
1.	АНАЛІЗ ВІТРОПОТЕНЦІАЛУ ТА ОРІЄНТОВНОГО ОБСЯГУ ВИРОБЛЕНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	15.10.2020	
2.	ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ПРИСДНАННЯ ВЕС ДО ДІЮЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ АТ «ОДЕСАОБЛЕНЕРГО»	29.10.2020	
3.	СТРУКТУРА МЕРЕЖІ ЗБОРУ ПОТУЖНОСТІ ВЕС	11.11.2020	
4.	ВИБІР ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДСТАНЦІЇ ВЕС	18.11.2020	
5.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	02.12.2020	
6.	ОХОРОНА ПРАЦІ	15.12.2020	

Завдання підготував керівник



Буйний Р. О.

«28» вересня 2020 р.

Завдання одержали студенти



Ткалич Н. І.

«28» вересня 2020 р.



Здоровець М. М.

«28» вересня 2020 р.

СПИСОК АВТОРІВ

В даному випускному кваліфікаційному проекті розділ 1 написаний М.М. Здоровець; розділ 2: написаний Н.І. Ткалич та М.М. Здоровець; розділ 3: параграф 3.1 написаний Н.І. Ткалич, параграфи 3.2-3.3 написані М.М. Здоровець; розділи 4 та 5 написані Н.І. Ткалич; розділ 6 написаний М.М. Здоровець .

РЕФЕРАТ

Магістерська випускна кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка: 117 сторінок формату А4, 39 таблиць, 42 рисунки, перелік посилань з 42 джерел, 2 додатки на 14 сторінках. Графічна частина: 8 аркушів формату А1.

Об'єктом дослідження є способи приєднання ВЕС до діючих електричних мереж АТ «Одесаобленерго» та структура мережі збору потужності.

Предмет дослідження – вплив ВЕС на параметри режимів роботи діючих електричних мереж, до яких планується приєднання станції, а також режими роботи мережі збору потужності.

Мета роботи: мінімізація витрат на приєднання ВЕС потужністю 76,5 МВт до діючих електричних мереж АТ «Одесаобленерго» та подальших технологічних витрат електричної енергії на її експлуатацію.

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що результати роботи можуть бути використані під час видачі технічних умов на приєднання ВЕС до діючих електричних мереж АТ «Одесаобленерго».

ЕЛЕКТРИЧНА МЕРЕЖА, ВІТРОВА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, КАБЕЛЬНА ЛІНІЯ, ТЕХНІЧНІ УМОВИ, РЕЖИМИ РОБОТИ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

SUMMARY

Master's work consists of an explanatory note and graphic part. Explanatory note: 117 pages of A4 format, 39 tables, 42 figures, a list of references from 42 sources, 2 appendices on 14 pages. Graphic part: 8 sheets of A1 format.

The object of the study is the method of connecting wind farms to the existing electrical power networks of JSC "Odesaoblenergo" and the structure of the power collection network wind farms.

The subject of research – the influence of wind farms on the parameters of operating modes of existing electrical power networks to which the connection is planned stations, as well as modes to do power collection networks wind farms.

Purpose: substantiation of the method of connecting wind turbines with a capacity of 76.5 MW to the existing electrical power networks of JSC "Odesaoblenergo".

The practical significance of the obtained results is that the results of the work can be used during the issuance of technical conditions for the connection of wind farms to the existing electrical power networks of JSC "Odesaoblenergo".

ELECTRICAL NETWORK, WIND POWER PLANT, UNDERGROUND TRANSMISSION LINE, TECHNICAL CONDITIONS, OPERATING MODES, ECONOMIC EFFICIENCY.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	9
ВСТУП	10
1 АНАЛІЗ ВІТРОПОТЕНЦІАЛУ ТА ОРІЄНТОВНОГО ОБСЯГУ ВИРОБЛЕНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	11
1.1 Вітропотенціал України	11
1.2 Оцінка вітропотенціалу майбутньої ВЕС	13
1.3 Вибір типу ВЕУ та оцінка очікуваної генерації майбутньої ВЕС.....	15
1.4 Висновки за розділом	22
2 ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ПРИЄДНАННЯ ВЕС ДО ДІЮЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ АТ «ОДЕСАОБЛЕНЕРГО»	23
2.1 Аналіз структури та пропускної спроможності діючих електричних мереж у зоні розміщення ВЕС	23
2.2 Вибір номінальної напруги для підключення ВЕС до діючих електричних мереж	29
2.3 Вибір варіанту приєднання ПС ВЕС до діючих електричних мереж.....	30
2.4 Вибір схем електричних з'єднань для розподільних установок нової підстанції	34
2.5 Висновки за розділом	38
3 СТРУКТУРА МЕРЕЖІ ЗБОРУ ПОТУЖНОСТІ ВЕС	40
3.1 Формування структури мережі збору потужності ВЕС	40
3.2 Вибір перерізів жил кабелів у мережі збору потужності	43
3.3 Розрахунок нормальних та аварійних режимів роботи ВЕС та перевірка вибраних перерізів	49
3.4 Розрахунок втрат потужності та втрат електричної енергії на ділянках КЛ	52
3.5 Висновки за розділом	57
4 ВИБІР ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДСТАНЦІЇ ВЕС	58
4.1 Вибір комутаційної апаратури по стороні 110кВ	58
4.1.1 Вибір вимикачів	58
4.1.2 Вибір роз'єднувачів	59
4.1.3 Вибір трансформаторів струму	62
4.1.4 Вибір трансформаторів напруги	65

4.1.5 Вибір обмежувача перенапруги	68
4.2 Вибір комутаційної апаратури по стороні 35 кВ	70
4.3 Вибір трансформаторів власних потреб	75
4.4 Висновки за розділом	78
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	79
5.1 Загальні поняття	79
5.2 Вартість спорудження ПС за укрупненими показниками	79
5.3 Вартість спорудження КЛ за укрупненими показниками	81
5.4 Розрахунок плати за приєднання	82
5.5 Розрахунок показників економічної ефективності	83
5.5.1 Розрахунок параметрів	84
5.5.2 Розрахунок показників ефективності	88
5.6 Висновки за розділом	88
6 ОХОРОНА ПРАЦІ	89
6.1 Екологічні проблеми спорудження та функціонування ВЕС	89
6.1 Екологічні проблеми спорудження та функціонування ВЕС	89
6.2 Розрахунок опорів заземлюючих пристроїв ВЕУ	90
6.3 Розрахунок напруг дотику та крокових напруг в мережі збору потужності	96
6.4 Розрахунок блискавкозахисту на проектованій ВЕС	110
6.5 Висновки за розділом	112
ВИСНОВКИ	114
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	116
ДОДАТОК А. ПЕРЕЛІК ІНФОРМАЦІЙНИХ ПЛАКАТІВ ТА КРЕСЛЕНЬ	
ДОДАТОК Б. УКРУПНЕНІ ПОКАЗНИКИ ВАРТОСТІ СПОРУДЖЕННЯ ПІДВИЩУВАЛЬНОЇ ПС ВЕС	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВЕС	–	вітрова електростанція;
ВЕУ	–	вітрова електроустановка;
ВН	–	висока напруга;
ВРП	–	ввідно-розподільчий пристрій;
ВРУ	–	відкрита розподільча установка;
ДГК	–	дугогасильна котушка;
ЕМ	–	електричні мережі;
КЗ	–	коротке замикання;
КЛ	–	кабельна лінія;
КРУ	–	комплекті розподільні установки;
НБУ	–	національний банк України ;
НН	–	низька напруга;
ПДВ	–	податок на додану вартість;
ПЛ	–	повітряна лінія;
ПС	–	підстанція;
РУ	–	розподільна установка;
СН	–	середня напруга;
ТЕЦ	–	теплоелектроцентрально;
WTG	–	вітрова електроустановка.

ВСТУП

Використання енергії вітру розширюється по всьому світу з кожним роком. Це обумовлено тим, що за останні декілька років суттєво зменшилася вартість обладнання та на світовому рівні є домовленості щодо декарбонізації світової економіки. В Україні на державному рівні запроваджені так звані «зелені тарифи», які стимулюють інвесторів вкладати кошти у відновлювальну енергетику [1].

У 2014 році загальна частка генерації електроенергії з використанням енергії вітру склала більш ніж 3% від світової генерації. Глобальна встановлена потужність вітрових електростанцій (ВЕС) (як на суші, так і на морі) за останні два десятиліття збільшилася майже в 58 разів, з 7,5 ГВт у 1997 році до більш, ніж 434 ГВт у 2015 році.

Такий розвиток подій зумовив у 2015 році приріст доданої потужності енергії вітру в світі до 64 ГВт. Найбільший приріст припадає на такі країни, як Китай - 32,9 ГВт, США - 8,6 ГВт, Німеччина - 4,9 ГВт, Бразилія – 2,7 ГВт, та Індія – 2,3 ГВт.

За оцінками європейських та вітчизняних експертів, вітроенергетичний потенціал території України дозволяє ефективно використовувати ВЕС загальною потужністю до 16 ГВт. Найбільш перспективними регіонами є південь та південний-захід України, де середня річна швидкість вітру на висоті 80 метрів перевищує 7,5 м/сек.

Тому метою даного випускного кваліфікаційного проекту є обґрунтування способу приєднання ВЕС, потужністю 76,5 МВт, до діючих електричних мереж АТ «Одесаобленерго».

1 АНАЛІЗ ВІТРОПОТЕНЦІАЛУ ТА ОРІЄНТОВНОГО ОБСЯГУ ВИРОБЛЕНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

1.1 Вітропотенціал України

За даними [2] для спорудження ВЕС прийнятний вітропотенціал мають Одеська, Миколаївська, Запорізька, Донецька, Луганська області та автономна республіка Крим (див. рисунок 1.1). Також до зазначених областей можна віднести невелику смужку на границі між Закарпаттям та Прикарпаттям.

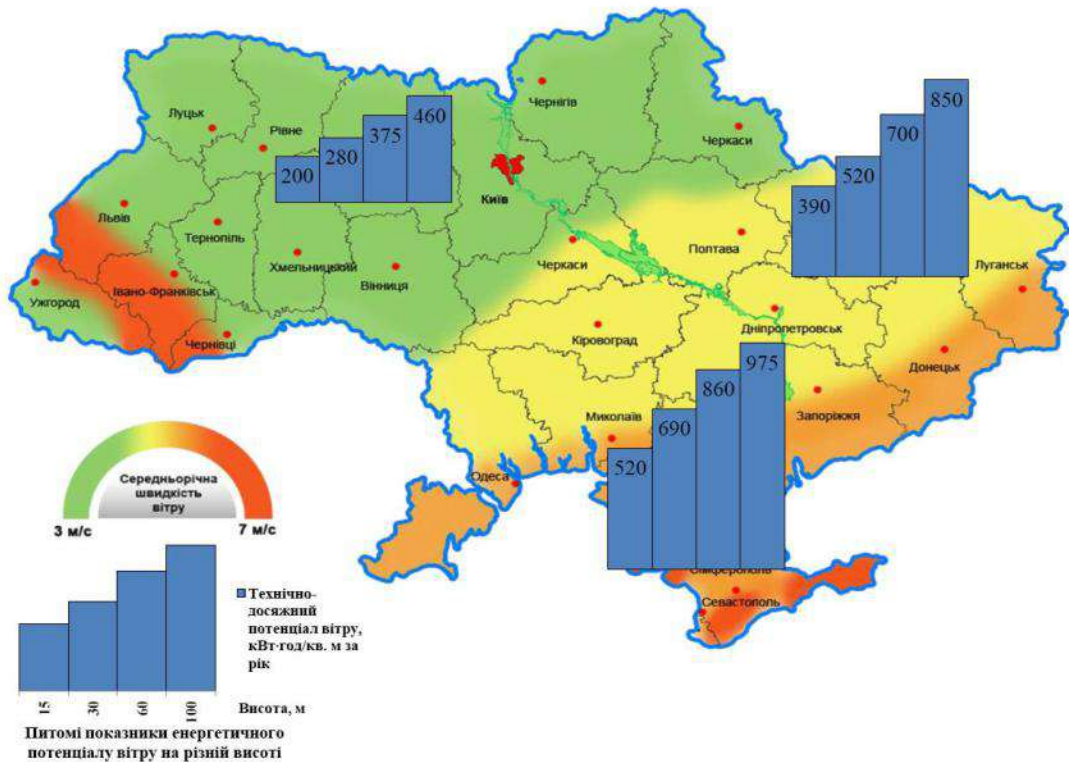


Рисунок 1.1 – Карта вітропотенціалу України

Для Одеської області розвиток альтернативної енергетики, важливе завдання, яке призведе до збільшення генеруючих потужностей. Одеська область має всього одну традиційну електростанцію – Одеську ТЕЦ, в якій генерація на даний час складає всього 32 МВт. Данна електростанція не здатна задовільнити всі потреби Одеської області, так як вона генерує електрику лише у опалювальний період.

З 2018 року в Одеській області розпочався бурхливий розвиток вітрової енергетики. На даний час, у цьому регіоні, будуються три такі електростанції, потужність яких майже 300 МВт. У Лиманському районі, неподалік від міста Южний, будуються дві з них. Американська компанія «Ukraine Power Resources» зводить електростанцію на 120 МВт між селами Визирка і Любополь, литовська «Південний Енерджі» будує вітряки на 70 МВт. Третю електростанцію будує турецька компанія «Guris Holding Co. Inc.» між самим Овідіополем і курортною Грибівкою.

Перевага вітрових електростанцій в тому, що вони не залежать від часу доби, пори року, напрямку вітру та інших факторів, які можуть сприяти на вироблення електроенергії. Місце розташування вітрових електростанцій обирається дуже ретельно. Враховується максимальна сила вітру на території, найкращі кліматичні умови.

Вітроелектростанції практично не займають місця, залишаючи для сільського господарства майже всю займану ними площу. По суті, для такої електростанції необхідні лише невеликі майданчики для розміщення самих генераторів, технічних зон навколо них радіусом в пару десятків метрів і службової дороги.

Проектowana ВЕС буде розташована поблизу м. Южне Лиманського району Одеської області (див. рисунок 1.2) [3]. Планова потужність проектованої ВЕС передбачається 76,5 МВт (в залежності від обраного типу ВЕУ та режимів розрахунку пропускної здатності ЕМ), висота встановлення вітротурбіни ВЕУ – біля 120 м, в залежності від виробника обладнання.

ВЕУ буде у вигляді трубчатої башти, на верхівці якої буде розміщено гондолу з ротором та лопатями.



Рисунок 1.2 – Генеральний план майданчика під майбутню ВЕС поблизу м. Южне Лиманського району Одеської області

1.2 Оцінка вітропотенціалу майбутньої ВЕС

Вітер є незвичайним енергоносієм, невичерпним, проте він має безліч складних і слабо передбачених фізичних параметрів для кожного окремо взятого географічного місця.

При виборі місця розташування ВЕС треба враховувати характеристики вітропотенціалу. Окрім середньорічної і максимальної швидкостей, слід враховувати характеристики внутрішньої структури повітряного потоку:

- «троянду» вітрів;
- поривчастість;
- щільність;

- турбулентність;
- температуру і різновекторні течії по висоті.

У період з 01.08.2009 по 31.07.2012 року були виконані заміри вітропотенціалу м. Южне Лиманського району Одеської області, на висоті від 50 м до 123 м від рівня землі [4]. За даними замірами була складена середньостатистична таблиця, в яку зведено:

- швидкість вітру;
- максимальні пориви вітру;
- середня потужність, що може бути сгенерована;
- середня турбулентність;
- вейбуль (точна і ефективна оцінка вироблення енергії для систем перетворення енергії вітру, k - безрозмірний параметр форми який визначаються на основі вимірних середньогодинних значень вітру) та показник статичного закону (див. таблицю 1.1)

та була складена «тройнда» вітрів (див. рисунок 1.3).

Таблиця 1.1 – Результати заміру вітропотенціалу м. Южне Лиманського району Одеської області за період 01.08.2009-31.07.2012

Назва параметру, який вимірюється	Значення параметру, виміряне на висоті				
	123,4	119,4	100,0	75,0	50,0
Середня швидкість вітру, м/с	7,31	7,22	6,93	6,53	5,93
Максимальний порив, м/с	27,86 *NW	26,25 **NNW	26,54 *NW	25,60 **NNW	25,03 *NW
Середня потужність, Вт/м ² (за густини повітря 1,225 кг/м ³)	392	375	321	259	192
Середня турбулентність (**WS> = 6 м/с)	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10
Вейбуль А, м/с	8,3	8,19	7,86	7,39	6,71
Параметр форми k , в.о.	2,43	2,45	2,56	2,7	2,79
Показник статичного закону				0,24	

* NW – North Western – північно-західний

**NNW – North-North-West- Північно-Північний Захід

***WS – southwestern - південно-західний

**за повною версією ВКР
звертатися на кафедру
електричної інженерії та
інформаційно-
вимірювальних технологій**

ВИСНОВКИ

Аналіз вітропотенціалу у м. Южне Лиманського району Одеської області показав, що на даній території переважають півчно-східні, південно-західні та північно-західні вітри, потенціалу яких достатньо для розміщення на даній території ВЕС.

Проаналізувавши виробників турбін був вибраний виробник Nordex Group (країна-виробник Німеччина), а турбіни типу Nordex Delta4000 N149/4.5 в кількості 17 шт.

За вітропотенціалом на території майданчика ВЕС був розрахований орієнтовний обсяг річної кількості електроенергії, яку буде виробляти ВЕС – 288011,28МВт-год/рік, а також розрахована тривалість максимальної генерації ВЕС, що складає приблизно 3765 год/рік.

Аналіз встановленої потужності ПС АТ «Одесаобленерго» та їх завантаження показав, що дані підстанції не здатні прийняти потужність проектованої ВЕС, тому проектована ВЕС потребує побудови нової ПС.

Для видачі потужності ВЕС доцільно застосовувати мережі з напругою 110 кВ, які знаходяться поряд з майданчиком під майбутню ВЕС. Аналіз можливих шляхів приєднання ПС ВЕС показав, що приєднання раціонально виконувати зі сторони 110 кВ за схемою 110-3 «місток з вимикачами в колах лінії і ремонтною перемичкою з боку ліній», а зі сторони 35 кВ – за схемою 35-5 «одна робоча, секціонована вимикачем, система шин» з трансформаторами власних потреб.

Сформована мережа збору потужності ВЕС, для якої вибрано перерізи жил кабелів. Розраховано втрати активної потужності в мережі збору потужності у режимі максимальної генерації ВЕС, а також річні втрати електричної енергії, які складають 0,44%.

За даними розрахунків струмів КЗ та струмі нормального режиму роботи обрано електрообладнання для підстанції ВЕС:

– по стороні 110 кВ було вибрано та перевірене таке обладнання: вимикачі марки LTB-145D1/B; роз'єднувачі марки SDF-123; трансформатори струму ІМВ 123 та трансформатори напруги EMF-123; обмежувачі перенапруг типу PECLR;

– по стороні НН 35 кВ було вибрано та перевірене таке обладнання: вимикачі марок ВР35-20/630, ВР35-20/1000, ВР35-20/1600; трансформатори струму ТРУ7 та трансформатори напруги ТІР 7.1; обмежувачі перенапруг MWK-41; трансформатори власних потреб типу ТМ-250/35/0,4.

За даними по виборі обладнання ПС ВЕС, було розраховане вартість спорудження ПС та кабельної мережі збору потужності, які склали $V_{\text{пс}} = 8968,21$ тис. \$ та $V_{\text{кл}} = 32458,3$ тис. \$. Також розрахована вартість плати за приєднання до існуючих мереж АТ «Одесаобленерго», яка склала $V_{\text{нст}} = 4\,497,462$ тис. грн.

За результатами розрахунків показників ефективності період повернення капіталу склав 1 рік, розрахунки проводились без урахування вартості ВУ та їх монтажу.

Розрахунки опорів розтікання заземлюючих пристроїв ВЕУ показали, що вони задовольняють вимогам діючих нормативних документів, окрім опору ВЕУ11. Згідно з рекомендаціями NORDEX для випадків перевищення допустимих норм опором розтікання повинні передбачатися додаткові чотири модульні електроди глибинного типу для доведення його до величини, яка не буде перевищувати 4 Ом.

Розрахунок очікуваної величини напруги дотику у всіх можливих точках електричної мережі показав, що вона не буде перевищувати допустимого значення, нормованого EN50522 та IEC 61936-1, навіть при відсутності компенсації струму замикання.

Для захисту ПС від ураження блискавкою розраховано систему її блискавкозахисту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Величини "зелених" тарифів для електроенергії, виробленої з використанням альтернативних джерел енергії [Електронний ресурс] // НКРЕКП: [офіційний веб портал]. – Режим доступу: http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/elektro/taryfy_na_vidpusk-elektro.pdf;
2. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України. – К.: ТОВ «ВіолаПрінт», 2008. – 55 с.
3. Генеральний план м. Южне Лиманського району [офіційний веб портал]. – Режим доступу: <https://www.google.com/maps/place/Лиманский+район,+Одесская+область>
4. Barlovento recursos naturales WIND RESOURCE ASSESSMENT FOR YUZHNE WIND FARM
5. Офіційний сайт siemens [офіційний веб портал]. – Режим доступу: <https://new.siemens.com/ru/ru/produkty/energetika/proizvodstvo-energii/generatori.html>
6. Офіційний сайт Nordex [офіційний веб портал]. – Режим доступу: <https://www.nordex-online.com/en/>
7. Офіційний сайт GENERAL [офіційний веб портал]. – Режим доступу: <https://geua.com.ua>
8. ООО «Фурлендер Виндтехнолоджи». – Режим доступу: <http://fwt.com.ua>
9. Technical description Wind turbine class Nordex Delta4000 [офіційний веб портал]. – <https://www.nordex-online.com/en/>
10. Технічні параметри вітроустановки класу Nordex Delta4000 [офіційний веб портал]. – Режим доступу: <https://www.nordex-online.com/en/2019/05/nordex-group-presents-new-turbine-in-the-delta4000-series-for-less-complex-sites/>
11. СОУ-Н ЕЕ 40.1-00100227-101:2014 Норми технологічного проектування енергетичних систем та електричних мереж 35 кВ і вище. – К.: Міненерговугілля України, 2014. – 42с.

12. СОУ-Н МЕВ 40.1-37471933-49-2016. Проектування кабельних ліній напругою до 330 кВ. Настанова. – К.: Міненерговугілля України, 2016. – 151с
- 13.1 Правила улаштування електроустановок. – Видання офіційне. Міненерговугілля України. – Х.: Форт, 2017. – 760с.
- 14.СОУ-Н МЕВ 40.1-37471933-49 Проектування кабельних ліній напругою до 330 кВ. Настанова. – К.: НПЦР ОЕС України НЕК «Укренерго», 2017. – 204с.
15. Справочник по проектированию электроэнергетических систем/В. В. Ершевич, А.Н. Зейлигер, Г. А. Илларионов и др.; под ред. С. С. Рокотяна и И. М. Шапиро. – 3-е изд., перероб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 352 с.
16. ДСТУ ІЕС 60909:2007 Струми короткого замикання у трифазних системах змінного струму. – К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2008. – 51с.
17. СОУ 20.178:2008 Схеми принципів електричні розподільчих установок напругою від 6 кВ до 750 кВ електричних підстанцій. – К.: «Аселенерго», 2008. – 58с.
18. ПрАТ «Південкабель» [офіційний веб портал]. – Режим доступу: <https://yuzhcable.com.ua/uk/83021-2/> .
19. Каталог вимикача АВВ - [офіційний веб портал]. – Режим доступу: <http://velto.ru/download/ltb145.pdf>
- 20.Каталог роз'єднувач АВВ - [офіційний веб портал]. – Режим доступу: <https://sites.google.com/view/abbua/высоковольтное-оборудование-наружной-установки/разъединители-35-330-кв> .
21. Каталог трансформатора струму АВВ - [офіційний веб портал]. – Режим доступу: [https://library.e.abb.com/public/96196f045e55d13ec1257cfc0024470b/Buyers%20Guide%20Outdoor%20Instrument%20Transformers%20Ed%204.1%20Ru%20\(IEC\).pdf](https://library.e.abb.com/public/96196f045e55d13ec1257cfc0024470b/Buyers%20Guide%20Outdoor%20Instrument%20Transformers%20Ed%204.1%20Ru%20(IEC).pdf) .

22. Рівненський завод високовольтної апаратури - [офіційний веб портал].
– Режим доступу: http://www.rzva.ua/ru/produkcija/komplektni-rozpodilchi-pristroi_1472626458/krp-35kv_1472626364/ku35_1472626377.htm.
23. Рівненський завод високовольтної апаратури - [офіційний веб портал].
– Режим доступу: <http://www.rzva.ua/ru/index.htm>.
24. Каталог АВВ Опорные трансформаторы тока внутренней установки – 49 стр. [офіційний веб портал]. – Режим доступу: http://ep.ru/product/katalogs/ABB/22_abb_TPU.pdf.
25. Каталог АВВ Трансформатора напруги з запобіжником – 4стр. [офіційний веб портал]. – Режим доступу: [https://library.e.abb.com/public/03d4d1f5a2c3198cc12573ca004673ea/TJP%207.1%20ru_a%20\(2007.11\).ru.pdf](https://library.e.abb.com/public/03d4d1f5a2c3198cc12573ca004673ea/TJP%207.1%20ru_a%20(2007.11).ru.pdf)
26. Каталог АВВ Высоковольтные ограничители перенапряжений нелинейные (ОПН) Руководство для покупателя – 108 стр. [офіційний веб портал]. – Режим доступу: <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1HSM%20954312-00ru&LanguageCode=ru&DocumentPartId=&Action=Launch>.
27. Гук Ю. Б. и др. Проектирование электрической части станций и подстанций: Учеб. пособие для вузов/Ю. Б. Гук, В. В. Кантан, С. С. Петрова. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985.–312 с.
28. Биробиджанский завод силовых трансформаторов КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ – 101 стр. [офіційний веб портал]. – Режим доступу: https://birzst.nt-rt.ru/images/showcase/catalog_birzst.pdf.
29. СОУ-Н МЕВ 45.2-37471933-44:2011 Укрупнені показники вартості будівництва підстанцій напругою від 6 кВ до 150 кВ та ліній електропередавання напругою від 0.38 кВ до 150 кВ. – К.: НТЦ електроенергетики НЕК «Укренерго», 2011 – 27с.
30. ПОСТАНОВА 18.12.2018 № 1965 Про затвердження Методики (порядку) формування плати за приєднання до системи передачі та

системи розподілу [офіційний веб портал]. – Режим доступу:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v1965874-18#n138>.

31. ГКД 340.000.002-97 Визначення економічної ефективності капітальних вкладень в енергетику. Методика. Енергосистеми та електричні мережі – К.: Інститут «Укренергомережпроект», 1997 – 53с.
32. Будівництво схеми видачі потужності ВЕС 76,5МВт ТОВ «Южне Енерджі». Розробка проекту будівництва ПС 110/35кВ «Южне Енерджі» та будівництво ПЛ 110кВ. Том 8 Підстанційний вузол – К.: НТК «Метрополія», 2020.
33. EN 50522. Earthing of power installations exceeding 1 kV a.c.
34. IEC 61936-1 Power installations exceeding 1 kV a.c. - Part 1: Common rules.
35. Додаток до листа Мінрегіону України від 27.01.2015 року № 7/15-787 [офіційний веб портал]. – Режим доступу:
<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v-787858-15#Text>
36. Зорін В.В., Штогрин Є.А., Буйний Р.О. . Електричні мережі та системи (окремі розділи): навчальний посібник для студентів вищ. техн. навч. закл. – Ніжин: ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2011.– 248 с.
37. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоиздат, 1982. – 800с.
38. Звіт про геотехнічні вишукування геологічних та гідрогеологічних умов майданчиків для будівництва ВЕС в Лиманському районі, Одеської області, Україна. – AGRO TRADE Grzegorz Wujak Ul. Staszica 6/010, 25-008 Kielce.
39. Правила улаштування електроустановок. – Видання офіційне. Міненерговугілля України. – Х.: Форт, 2017. – 760с.
40. Найфельд М.Р. Заземление и другие защитные меры. – М.: Энергия, 1975. – 104с.

- 41.Руководство по устройству электроустановок. Технические решения «Шнейдер Электрик». [офіційний веб портал]. – Режим доступу: http://ukrelektrik.com/_ld/0/27_SE_Tex_collect_.pdf
- 42.Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд: ІЕС 62305:2006, NEQ; ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Державний науково-дослідний проектно-вишукувальний технологічний інститут з перспектив розвитку енергетики «Енергоперспектива»,2008 – 65с.

ДОДАТОК А. ПЕРЕЛІК ІНФОРМАЦІЙНИХ ПЛАКАТІВ ТА КРЕСЛЕНЬ

Таблиця 0.1 – Перелік інформаційних плакатів та креслень

Формат	Кількість аркушів	Шифр	Назва
A1	1	НУЧП.565722.001ПВ	Основні параметри вибраної вітроустановки
A1	1	НУЧП.565722.001ПР	Розміщення вітроустановок на плані місцевості
A1	1	НУЧП.565722.001ЕЗ	Схема електрична принципова
A1	1	НУЧП.565722.001ПР	План та розріз підстанції
A1	1	НУЧП.565722.001ЕП	Техніко-економічні показники
A1	2	НУЧП.565722.001РЗ	Розрахунок опорів заземлюючих пристроїв вітроустановок
A1	1	НУЧП.565722.001БЗ	Блискавкозахист підстанції