

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

(інститут)

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ

(факультет)

Кафедра СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Солощенко Андрія Сергійовича

(ПІБ)

академічної групи ЕЕ-15-1

(шифр)

напрям 050701 «Електротехніка та електротехнології»

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою _____

(офіційна назва)

на тему Обґрунтування вибору обладнання сонячної електростанції потужністю 20 МВт з 3D візуалізацією об'єкту

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	<u>Лисенко О.Г.</u>			
розділів:	<u>Лисенко О.Г.</u>			
Вступ:	<u>Лисенко О.Г.</u>			
Технічний	<u>Лисенко О.Г.</u>			
Спеціальний	<u>Лисенко О.Г.</u>			
Економічний	Тимошенко Л.В.			
Охорона праці	Лутс І.О.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Олішевський Г.С.			

Дніпро
2019

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

(повна назва)

_____ Випанасенко С.І.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20__ року

**ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу**

ступеню Бакалавра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Солощенко А.С. _____ **академічної групи** _____ ЕЕ-15-1
(прізвище та ініціали) (шифр)

напряму 050701 «Електротехніка та електротехнології»
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою _____

(офіційна назва)

на тему Обґрунтування вибору обладнання сонячної електростанції потужністю 20 МВт з 3D візуалізацією об'єкту

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 17.04.2019 № 626-л

Розділ	Зміст	Термін виконання
Вступ	Виконати аналіз поточного режиму роботи ... визначити проблеми експлуатації електрообладнання.	15.05.19
Технічний розділ	Виконати обґрунтований вибір основного електрообладнання ...	25.05.19
Спеціальний розділ	Виконати розрахунок основного електрообладнання	31.05.19
Економічний	Визначити техніко-економічні показники проекту: капітальні та експлуатаційні витрати, термін окупності проекту.	05.06.19
Охорона праці	Розробка інженерно-технічних заходів з охорони праці при експлуатації об'єкту.	10.06.19

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

_____ Лисенко О.Г.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 26.04.2019

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання

_____ (підпис студента)

_____ (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 84 с., 11 рис., 26 табл., 2 додатка, 21 джерел.

Об'єкт розроблення: Обґрунтування вибору обладнання сонячної електростанції потужністю 20 МВт з 3D візуалізацією об'єкту.

Мета дипломного проекту: Моделювання об'єктів енергетики у 3D та компонування розподільчого пункту та комплектних трансформаторних підстанцій

В дипломному проекті було спроектовано сонячну електростанцію 20 МВт і зроблено 3D візуалізація компонентів станції.

Вступна частина описує де знаходиться сонячна електростанція актуальні проблеми та рішення альтернативних джерел енергії. Застосування зеленого тарифу. Що таке проектування в 3D.

Технічний розділ описує технічні характеристики та кількість компонентів. Показує компоновку розташування елементів енергетики.

В спеціальному розділі виконані розрахунки електрообладнання. Алгоритм моделювання сонячної панелі. 3D модель кожного елемента.

Було викладено все необхідні правила знаходження біля установок з різними ступенями напруги «Охорона праці». Здійснена перевірка захисного заземлення головних елементів електростанції на всіх рівнях напруги.

В економічному розділі було розраховано капітальні затрати та експлуатаційні витрати.

В дипломній роботі показане проектування сонячної електростанції та візуалізація її в 3D

Зміст

ВСТУП.....		2
Розділ	1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ.....	9
	1.1 Конфігурація сонячної електростанції.....	9
	1.2 Технологічні рішення.....	9
	1.3 Фотоелектричні модулі	10
	1.4 Мережі постійного струму	16
	1.5 Інвертори	17
	1.6 Мережі 0,48 кВ генерованих потужностей	18
	1.7 Комплектна трансформаторна підстанція	19
	1.8 Розподільчі мережі 35 кВ	20
	1.9 Розподільчий пункт 35 кВ	21
	1.10 Мережі 0,4 кВ власних потреб	23
	1.11 Блискавкозахист та заземлення	24
Розділ	2. СПЕЦІАЛЬНИЙ	27
	2.1 3D моделювання об'єктів	
	2.1 Вибір інверторів, ФЕМ та визначення їх кількості	28
	2.2 Вибір комплектних трансформаторних підстанцій та їх комплектуючих	30
	2.3 Розподільчий пункт (РП 35 кВ)	37
	2.4 Вибір перерізу провідників від інверторів до КТП і від КТП до РП	40
	2.5 Автономна частина станції	43
Розділ	3. ОХОРОНА ПРАЦІ	45
	3.1 Перелік основних нормативних документів	46
	3.2 Заходи щодо забезпечення безпеки процесів	46
	3.3 Охорона праці та виробнича санітарія	48
	3.4 Електробезпека	49
	3.5 Протипожежні заходи	49
	3.6 Оцінка можливості виникнення та розвиток аварійних ситуацій	51
	3.7 Розрахунок захисного заземлення	52
Розділ	4. ЕКОНОМІЧНИЙ	56
	4.1 Розрахунок капітальних витрат	58
	4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат	61

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- ФЕМ – фотоелектричний модуль
- КТП – комплектна трансформаторна підстанція
- РП – розподільчий пункт
- СЕС – сонячна електростанція
- ВР – верховна рада
- ККД – коефіцієнт корисної дії
- КЛ – кабельна лінія
- ОПН – обмежувач перенапруги
- ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю
- ТМГ – трифазний масляний герметичний
- ВН – висока напруга
- НН – низька напруга
- УВН – пристрою вищої напруги
- ДБН – державні будівельні норми
- ДСТУ – державний стандарт України
- ОЗЗ – однофазне замикання на землю
- МСЗ – максимальний струмовий захист
- ПС – підстанція
- МП – мікропроцесорний пристрій

Вступ

На сьогоднішній день користуються високою популярністю та набирають все більшого розмаху сонячні електростанції, їх використовують як у приватних будинках, так і у промисловості.

Основними перевагами сонячної енергії, як і інших джерел відновлювальної енергії є те, що вона дозволяє вирішити ряд глобальних світових проблем, пов'язаних з дефіцитом енергії, забрудненням навколишнього середовища, постійним зростання тарифів житлово-комунальних послуг.

Електрична енергія, вироблена з енергії сонячного випромінювання та/або енергії вітру об'єктами електроенергетики (генеруючими установками) приватних домогосподарств, величина встановленої потужності яких не перевищує 30 кВт, придбавається енергопостачальниками, що здійснюють постачання електричної енергії за регульованим тарифом на території провадження ліцензійної діяльності, за "зеленим" тарифом в обсязі, що перевищує місячне споживання електроенергії такими приватними домогосподарствами.

Чинне законодавство України та наявність «Зеленого тарифу», створює привабливі умови для інвестицій в сонячну енергетику. Привабливість проектів з будівництва сонячних електростанцій полягає у достатньо швидкому рівні окупності (строк повернення інвестицій від такого проекту складає близько 4-6 років).

Побутовий споживач має право на встановлення у своєму приватному домогосподарстві генеруючої установки, призначеної для виробництва електричної енергії з енергії сонячного випромінювання та/або енергії вітру, величина встановленої потужності якої не перевищує 30 кВт, але не більше потужності, дозволеної до споживання за договором про користування електричною енергією. Виробництво електроенергії з енергії сонячного випромінювання та/або енергії вітру приватними домогосподарствами здійснюється без відповідної ліцензії. Порядок продажу та обліку такої електроенергії, а також розрахунків за неї затверджується національною

комісією, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг.

Зелений тариф

Зелений" тариф - тариф, за яким оптовий ринок електричної енергії України зобов'язаний закуповувати електричну енергію, вироблену на об'єктах електроенергетики з альтернативних джерел енергії.

"Зелений" тариф для суб'єктів господарювання, які виробляють електричну енергію з енергії сонячного випромінювання, встановлюється на рівні роздрібного тарифу для споживачів другого класу напруги на січень 2009 року, помноженого на коефіцієнт "зеленого" тарифу для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання. Для суб'єктів господарювання та приватних домогосподарств, які виробляють електричну енергію з використанням альтернативних джерел енергії, "зелений" тариф встановлюється до 1 січня 2030 року.

Фіксований мінімальний розмір "зеленого" тарифу для суб'єктів господарювання та приватних домогосподарств встановлюється шляхом перерахування у євро "зеленого" тарифу, розрахованого за правилами цього

Закону, станом на 1 січня 2009 року за офіційним валютним курсом Національного банку України на зазначену дату. «Зелений» тариф - спеціальний тариф, за яким закуповується електрична енергія, вироблена на об'єктах електроенергетики, що використовують альтернативні джерела енергії. (ВР України, Закон "Про електроенергетику" від 16.10.1997 N 575/97-ВР).

Важливими пунктами законодавства є положення про те, що виробники енергії з відновлюваних джерел енергії мають право на:

1. Гарантоване підключення до існуючих енергетичних мереж.
2. Гарантоване придбання енергопостачальними організаціями всієї енергії, виробленої з відновлюваних джерел.
3. Незмінність тарифів, за якими купується енергії протягом термінів їх дії.

Відповідно до підписаної Угоди про Асоціацію з ЄС (Стаття 338, Глава 1, Розділ V), Україна взяла на себе додаткові зобов'язання щодо поступової

інтеграції електроенергетичної системи України до європейської електроенергетичної мережі, а також стимулювання виробництва енергії з поновлюваних джерел енергії.

З 1 січня 2019 року НКРЕКП ввела у дію нові "зелені" тарифи на електрику для приватних господарств, залежно від дати вводу в експлуатацію, у новому році будуть такими:

Для приватних домогосподарств, які виробляють електрику з енергії сонячного випромінювання об'єктами електроенергетики, які вмонтовані (встановлені) на дахах та / або фасадах приватних домогосподарств (будинків, будівель та споруд), величина встановленої потужності яких не перевищує 30 кВт, та які введені в експлуатацію встановлені такі тарифи:

- з 01 січня 2017 року по 31 грудня 2019 року - 550,21 коп/кВт·год (без ПДВ);
- з 01 січня 2020 року по 31 грудня 2024 року - 494,54 коп/кВт·год (без ПДВ);
- з 01 січня 2025 року по 31 грудня 2029 року - 440,50 коп/кВт·год (без ПДВ).

Загальні положення

Робочий проект " Нове будівництво сонячної електростанції ПП "НАЦПРОД" потужністю 19,5 МВт сільська рада с. Мала Білозерка (за межами населеного пункту) Василівського р-ну Запорізької області (кадастровий номер земельної ділянки - 2320983300:07:023:0020)"

В с. Мала Білозерка, Запорізька обл., Василівський р-н для перетворення сонячного випромінювання в електроенергію передбачено будівництво сонячної електростанції (СЕС).

СЕС складається з масиву фотоелектричних модулів, інверторів (для отримання змінного струму), комплектних трансформаторних підстанцій (КТП 35/0,48 кВ для підвищення напруги та передачі електроенергії) та розподільчого пункту 35 кВ (для збору потужності СЕС та її видачі в мережі ПАТ «Запоріжжяобленерго»).

Відповідно до завдання на проектування передбачувана генерована потужність складає 19,5 МВт.

Розрахунковий облік генерованої потужності встановлюється на вводі РП 35 кВ і РУ-0,48 кВ проєктованих КТП 35/0,48 кВ та на стороні 0,4 кВ трансформатору власних потреб на РП 35 кВ.

В даній дипломній роботі актуальність полягає в тому, що все більше і більше замовників хочуть йти в ногу з часом. Їм для поняття картини будівництва об'єкта вже мало звичайних креслень. Тому все більше набуває популярність моделювання проєктів у 3D. Основною задачею моделювання служить уявлення про майбутнє об'єкта або предмета адже для того, щоб випустити який-небудь об'єкт необхідно чітко розуміння його конструктивних особливостей в найдрібніших деталях для подальшого відтворення в промисловому дизайні або архітектурі.

Тривимірне моделювання має ряд переваг і приємну особливість ще на ранній стадії отримувати реалістичне і докладне уявлення майбутньої 3D моделі яка можливо існує тільки на етапі креслення або того простіше на стадії ідеї. Тим самим ми маємо можливість від ідеї перейти до глибшого проектування і відтворення кінцевого результату.

Завдяки моделювання об'єкта у 3D можна рішити такі завдання як: економія часу на створення моделей які в подальшому будуть використовувати в будівництві, при використанні 3D моделі, у виконавця виходить більш докладно у всіх деталях та нюансах донести до замовника і кінцевого споживача всі переваги і особливості продукту.

За часту замовник більш охоче приймає рішення в позитивну сторону, тим самим скорочуються терміни, не до розуміння при цьому просто зникає. 3D модель проєкту дозволяє донести весь зміст запропонованого.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Після виконання дипломного проекту можна зробити такі висновки, що в справжній чай все більше і більше набуває популярність альтернативна енергетика. Все більше фірм та корпорацій проектують, будують та виводять в експлуатацію різні електростанції з альтернативним отриманням електроенергії. Однією з них була наша сонячна станція ПП "НАЦПРОД" потужністю 19,5 МВт. При проектуванні цієї станції серцем стали Фотоелектричні модулі фірми Rizen RSM-72-6-3345M потужністю 345 Вт та Інвертори PVS-120 потужністю 120 Вт.

При проектуванні сонячної електричної станції були використувані технології 3D моделювання. Ці технології допомогли побачити кінцевий результат, але тільки на екрані монітора. Завдяки проектування в 3D в цій роботі ми побачили як може виглядати фотоелектрична панель, інвертор, трансформатор, роз'єднувач та інші обладнання сонячної електростанції. Після моделювання усіх компонентів які входять до електростанції, відбулася компоновка, яка показала як буде воно виглядати у реальному житті. Компоновка показує як виглядає стіл з фотоелектричними модулями, комплектна трансформаторна підстанція та розподільчий пункт.

Після виконання електричної електростанції у 3D візуалізації можна зробити висновок, що моделювання це не таке просте діло як здається, для компонування електростанції повинні бути навички з електротехніки та електропостачання. Багато людей вважають, що моделювання це тільки красива картинка, але це не так. В процесі виконання моделі їй можна призначити матеріал, масу, об'єм, перерахувати мазу виходячи з об'єму, можна задавати залежності однієї деталі від другої, та багато іншого.

Мій головний висновок – це те, що зараз всім організаціям які проектують треба проектувати в 3D, бо це не тільки зручніше та швидше для самого проектувальника, але дає більшу зацікавленість замовнику, бо замовник зможе побачити усю картину свого об'єкту, що буде.

Для більш детального ознайомлення з матеріалами кваліфікаційної роботи звертайтеся до заступника завідуючого кафедри електроенергетики проф. Луценко І.М.

Електронна адреса: lutsenko.i.m@nmu.one