

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Факультет енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехніки, електромеханіки і електротехнологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЦИФРОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ

Виконав:

здобувач вищої освіти денної форми навчання
освітнього ступеня «Магістр», освітньо-
професійної програми «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

_____ **Марко ЗАХВАТОВ**

Керівник: кандидат технічних наук, доцент

_____ **Олександр КОЗАК**

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

Допускається до захисту:

«____» _____ 2024 р.

Гарант освітньої програми «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка» спеціальності
141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

кандидат технічних наук, доцент _____ **Павло ПОТАПСЬКИЙ**

м. Кам'янець-Подільський, 2024р.

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Факультет енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехніки, електромеханіки і електротехнологій
Освітній ступінь «Магістр»
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри,

_____ Ігор ГАРАСИМЧУК
«____» _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**
здобувачу вищої освіти

ЗАХВАТОВУ Марку Геннадійовичу

1. Тема роботи: «Дослідження інформаційно-керуючої системи для цифрової підстанції»

2. Керівник роботи: канд. техн. наук, доцент КОЗАК Олександр Володимирович
Затверджено наказом Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»
від 26 лютого 2024 року №104с.

Строк подання закінченої роботи 25 листопада 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1. Правила влаштування електроустановок.
2. Аналіз іноземних та вітчизняних публікацій.
3. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів

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

1 ВИБІР РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ДЛЯ ПІДСТАНЦІЇ 35/10 кВ

2 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ ЦИФРОВИХ ПІДСТАНЦІЙ

3 ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПІДСТАНЦІЇ 35/10 кВ

4 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЄКТУ

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ ЦИФРОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

5. Перелік ілюстративного матеріалу:

Презентаційні матеріали по розділах роботи

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
2	Доцент Дубік В.М.		

7. Дата видачі завдання 10 червня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Етапи кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів	Підпис керівника
1	ВСТУП	10.09.24р.	
2	1 ВИБІР РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ДЛЯ ПІДСТАНЦІЇ 35/10 кВ	21.09.24 р.	
3	2 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ ЦИФРОВИХ ПІДСТАНЦІЙ	02.10.24 р.	
4	3 ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПІДСТАНЦІЇ 35/10 кВ	17.10.24 р.	
5	4 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЄКТУ	29.10.24 р.	
6	5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ ЦИФРОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ	08.11.24 р.	
7	ВИСНОВКИ	21.11.24 р.	
8	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	23.11.24 р.	

Здобувач вищої освіти

_____ Марко ЗАХВАТОВ

Керівник роботи, доцент

_____ Олександр КОЗАК

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 ВИБІР РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ДЛЯ ПІДСТАНЦІЇ 35/10 кВ ...	Ошибка! Закладка не определена.
1.1 Опис об'єкта дослідження	Ошибка! Закладка не определена.
1.2 Характеристика обладнання підстанції 35/10 кВ	Ошибка! Закладка не определена.
1.3 Вибір комірки для ВРП 35 кВ.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.3.1 Розрахунок струмів КЗ	Ошибка! Закладка не определена.
1.4 Вибір вимикача та РЗ для комірки 35 кВ	Ошибка! Закладка не определена.
1.5 Вибір МП РЗ для трансформатора ТДНС–16000/35	Ошибка! Закладка не определена.
1.5.1 Розрахунок параметрів спрацювання та перевірки поздовжньої диференціального захисту трансформатора Seram 80	Ошибка! Закладка не определена.
Висновок до розділу 1	Ошибка! Закладка не определена.
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ ЦИФРОВИХ ПІДСТАНЦІЙ	Ошибка! Закладка не определена.
2.1 Функції інформаційних систем у сучасній електроенергетиці	Ошибка! Закладка не определена.
2.2 Система телекерування в електроенергетиці	Ошибка! Закладка не определена.
2.3 Система SCADA.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.4 Протокол IEC 61850.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.1 Архітектура по протоколу IEC 61850	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.2 Перваги протоколу IEC 61850	Ошибка! Закладка не определена.
2.5 Автоматизована Система Комерційного Обліку Електричної Енергії (АСКОЕ)	Ошибка! Закладка не определена.
Висновок до розділу 2	Ошибка! Закладка не определена.
РОЗДІЛ 3 ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПІДСТАНЦІЇ 35/10 кВ.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.1 Вимоги IEC 61850 для SCADA.....	Ошибка! Закладка не определена.

3.2 Вимоги ІЕС 61850 для АСКОВЕ.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.3 Архітектура системи.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.4 Процес створення інформаційної моделі за ІЕС 61850	Ошибка! Закладка не определена.
Висновок до розділу 3	Ошибка! Закладка не определена.
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЄКТУ ...	Ошибка! Закладка не определена.
4.1 Опис ідеї проєкту	Ошибка! Закладка не определена.
4.2 Визначення техніко-економічних характеристик ідеї та порівняння з системами виконаними на пристроях релейного захисту від інших виробників	Ошибка! Закладка не определена.
4.3 Технологічний аудит стартап-проєкту	Ошибка! Закладка не определена.
4.4 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проєкту.	Ошибка! Закладка не определена.
4.5 SWOT-аналіз стартап-проєкту.....	Ошибка! Закладка не определена.
Висновки до розділу 4	Ошибка! Закладка не определена.
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ ЦИФРОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ	Ошибка! Закладка не определена.
5.1 Технічні характеристики і вибір місць розміщення нового енергетичного устаткування.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.2 Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.3 Визначення та оцінка шкідливих і небезпечних виробничих чинників	Ошибка! Закладка не определена.
5.4 Розробка і розрахунок технічних та організаційних заходів з охорони праці.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.5 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників	Ошибка! Закладка не определена.
5.6 Вибір технічних та організаційних заходів для унеможливлення і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій	Ошибка! Закладка не определена.
5.7 Розрахунок параметрів захисного заземлення релейного захисту	Ошибка! Закладка не определена.
Висновок до розділу 5	Ошибка! Закладка не определена.
ВИСНОВКИ.....	11

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	13
---------------------------------	----

АНОТАЦІЯ

В процесі виконання роботи було проведено опис об'єкта дослідження та характеристики обладнання підстанції.

У ході розгляду інформаційних керуючих систем цифрових підстанцій, було проведено аналіз сучасних технологій, стандартів та протоколів, що застосовуються в електроенергетиці. Зокрема, детально висвітлено важливість інформаційних систем у сучасній електроенергетиці, систему телекерування, SCADA та протокол IEC 61850.

Проведений опис узагальненого процесу створення інформаційної моделі відповідно до стандарту IEC 61850 та розрахунок затримки передавання даних.

Проведено технічний аналіз та вибір місць розміщення нового енергетичного устаткування, оцінку умов праці, визначення та оцінку шкідливих і небезпечних виробничих чинників, розробку та розрахунок технічних та організаційних заходів з охорони праці.

SUMMARY

In the course of the work, a description of the research object and the characteristics of the substation equipment was carried out.

During the examination of the information control systems of digital substations, an analysis of modern technologies, standards and protocols used in the electric power industry was carried out. In particular, the importance of information systems in modern electric power, the remote control system, SCADA and the IEC 61850 protocol are covered in detail.

A description of the generalized process of creating an information model in accordance with the IEC 61850 standard and the calculation of the data transmission delay were carried out.

Technical analysis and selection of locations for new energy equipment, assessment of working conditions, definition and assessment of harmful and dangerous production factors, development and calculation of technical and organizational measures for labor protection were carried out.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота виконана на 81 аркушах та містить 21 рисуноків, 21 таблицю, 7 листів графічної частини, та 28 літературних посилань. Робота містить 3 основні розділи, розділ з розробки стартап-проекту та розділ з охорони праці.

Кваліфікаційна робота спрямована на дослідження інформаційно керуючої системи для цифрової підстанції напругою 35/10 кВ, яка є живлячим вузлом критичної інфраструктури. Саме зазначений споживач відзначається необхідністю модернізації та оптимізації енергетичної інфраструктури для забезпечення найвищого рівня ефективності, надійності та безпеки в електропостачанні.

Дослідження цифрових підстанцій в контексті їхньої інформаційної керуючої системи визначається необхідністю створення інтегрованої платформи, яка забезпечить збір, аналіз та ефективне управління інформацією в режимі реального часу. Реалізація такої системи в умовах української енергетики сприятиме підвищенню рівня автоматизації, зменшенню втрат та оптимізації виробничих процесів.

Ключові слова: ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ, КЕРУВАННЯ ЕНЕРГООБ'ЄКТОМ, ТЕЛЕКЕРУВАННЯ, АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГООБ'ЄКТА, ЕФЕКТИВНІСТЬ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖЕЮ, ЦИФРОВА ПІДСТАНЦІЯ, ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧА СИСТЕМА.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ

GOOSE – Generic Object-Oriented Substation Events.

IEC – International Electrotechnical Commission.

MMS – Manufacturing Messaging Specification.

MTU – Master Terminal Unit.

RTU – Remote Terminal Unit.

SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition.

SCL – Substation Configuration Language.

SMV – Sampled Measured Values.

АР – автоматичний регулятор.

АСДУ – автоматична система диспетчерського управління.

АСКОЕ – автоматизована система контролю і обліку електроспоживання.

БРК – блок реалізації команд.

ВП – власні потреби.

ВРП – відкритий розподільчий пристрій.

ЗРП – закритий розподільчий пристрій.

ІМ – інформаційна мережа.

КБ – конденсаторна батарея.

КРУЕ – корпусний розподільчий пристрій.

КУ – конденсаторна установка.

ЛМ – локальна мережа.

ЛСУ – локальні системи управління.

МЕК – міжнародна електротехнічна комісія.

ОЕС – об'єднана енергосистема.

ПС – підстанція.

РЗ – релейний захист.

СДС – система діагностики силового обладнання.

СЗПІ – система збору та передачі інформації.

СРАП – система реєстрації аварійних подій.

ВСТУП

В умовах стрімкої еволюції електроенергетичної системи, яка обумовлена технологічними зрушеннями та сучасними вимогами до сталого розвитку, увага сьогодення спрямована на вдосконалення та оптимізацію функціонування енергетичних об'єктів. Одним із ключових напрямків цього процесу є впровадження інформаційних керуючих систем для цифрових підстанцій. Це особливо актуально для України, яка, переходячи до сучасних енергетичних парадигм, зобов'язана адаптувати свою інфраструктуру до найсучасніших стандартів та технологій.

Процес впровадження цифрових систем в електроенергетику є достатньо довгим та складним етапом, такий формат керування об'єктами в майбутньому дозволить створити сучасну систему електроенергетики України, що своєю чергою зменшить витрати коштів: на обслуговування, персонал та ремонт обладнання, збільшить ефективність та надійність захисту ПС та загальний процес керування об'єднаної енергетичною системою (ОЕС).

Актуальність теми – задля підвищення ступеню інтегрування ЄЕСУ до Європейської електроенергетичної системи та підвищення керованості енергооб'єктів необхідно впроваджувати цифрові підстанції. Фактично умови технологічного прогресу та розвитку «розумних» електромереж вимагають впровадження сучасних інформаційних технологій для забезпечення надійності, ефективності та захисту енергосистем.

Мета дослідження – проаналізувати та розробити інформаційно-керуючу систему для цифрової підстанції 35/10 кВ з метою підвищення її надійності, ефективності та відповідності сучасним вимогам.

Об'єкт дослідження – припортова підстанція 35/10 кВ.

Предмет дослідження – інформаційно-керуюча система для підстанції 35/10 кВ із реконструкцією обладнання ЗРП 35 кВ.

Методи дослідження – розрахунки параметрів для вибору обладнання та засобів системи компенсації реактивної потужності підстанції, аналізування можливих умов побудови ІКС для цифрових підстанцій.

Апробація роботи. Матеріали кваліфікаційної роботи обговорені і апробовані на IV Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції "Ефективне використання енергії; стан і перспективи" ЗВО «ПДУ». За результатами дослідження опублікована наукова теза.

ВИСНОВКИ

Основною метою даної роботи є розробка сучасної інформаційно керуючої системи для важливих критичних інфраструктури, для яких необхідно постійно контролювати та виконувати швидкі комутації навантаження, як для прикладу було розглянуто живлячу ПС 35/10 кВ морського торговельного порту.

В процесі виконання роботи було проведено опис об'єкта дослідження та характеристики обладнання підстанції. Представлено вибір комірки для ЗРП 35 кВ фірми Schneider Electric GHA IEC в комплектуванні елегазовим вимикачем EvoPact SF1. В розділі було представлено: розрахунок струмів короткого замикання, вибір вимикача та релейного захисту для комірки 35 кВ, а також вибір МП РЗ для трансформатора ТДНС–16000/35, з розрахунками параметрів спрацювання та перевірки поздовжньої диференціального захисту трансформатору Seram 80,

У ході розгляду інформаційних керуючих систем цифрових підстанцій, було проведено аналіз сучасних технологій, стандартів та протоколів, що застосовуються в електроенергетиці. Зокрема, детально висвітлено важливість інформаційних систем у сучасній електроенергетиці, систему телекерування, SCADA та протокол IEC 61850,

В третьому розділі ознайомлено вимогам IEC 61850 для SCADA та АСКОЕ, а також архітектури системи. Враховуючи те, що більшість обладнання на підстанції є фірми Schneider Electric, було обрано систему SCADA EcoStruxure™ Power Automation System Engineering (EPAS-E), з центральним модулем EcoStruxure Panel Server. Проведений опис узагальненого процесу створення інформаційної моделі відповідно до стандарту IEC 61850 та розрахунок затримки передавання даних.

Розділ стартап-проекту містить опис ідеї проекту, визначення технікоекономічних характеристик та порівняння з іншими системами, технологічний аудит, аналіз ринкових можливостей та SWOT-аналіз. Період окупності проекту склав лише 1,15 років, що свідчить про швидкий повернення

витрат і початок прибутковості. Такий короткий термін окупності може бути привабливим для інвесторів та бізнес-партнерів.

У заключному розділі "Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях під час експлуатації інформаційно-керуючої системи цифрової підстанції" проведено технічний аналіз та вибір місць розміщення нового енергетичного устаткування, оцінку умов праці, визначення та оцінку шкідливих і небезпечних виробничих чинників, розробку та розрахунок технічних та організаційних заходів з охорони праці, вибір засобів індивідуального захисту та заходів для унеможливлення і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, а також розрахунок параметрів захисного заземлення релейного захисту.

Процес впровадження цифрових систем в електроенергетику є достатньо довгим та складним етапом, такий формат керування об'єктами в майбутньому дозволить створити сучасну систему електроенергетики України, що в свою чергу зменшить витрати коштів: на обслуговування, персонал та ремонт обладнання, збільшить ефективність та надійність захисту ПС та загальний процес керування об'єднаної енергетичною системою (ОЕС). В першу чергу впровадження в експлуатацію інформаційно керуючих систем проводяться для ПС 750, 330 та 220 кВ, на першому етапі такі зміни приведуть до більш ефективного керування ОЕС. Надалі впроваджувати такі системи необхідно для критичних інфраструктур, для забезпечення надійного контролю та розподілу електроенергії. Саме впровадження та використання таких систем дає змогу тісніше інтегруватися з об'єднаною електричною системою Європи.

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

Здобувач вищої освіти _____ **Марко ЗАХВАТОВ**

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Smart Grid в Україні: що це таке, навіщо потрібне і коли з'явиться/ URL: <https://mind.ua/publications/20259406-smart-grid-v-ukrayini-shcho-ce-taknavishcho-potribne-i-koli-z-yavitsya> (дата звернення: 05.11.2023).
2. Basic understanding of IEC 61850/ URL: <https://www.sgrwin.com/basicunderstanding-iec-61850/> (дата звернення: 05.11.2023).
3. О.В. Остапчук, П.Л. Денисюк, Ю.П. Матеєнко Навчальний посібник електрична частина станцій та підстанцій курс лекцій. Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського 2022.183с.
4. Захист шин 6-10 кВ - схеми електричних з'єднань збірних шин 6-10 кВ теплових електростанцій/ URL: <https://leg.co.ua/knigi/raznoe/zaschita-shin-6-10-kv-2.html>
5. Catalog 2018 MCset Medium Voltage Distribution/ URL: https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=NRJED312404EN (дата звернення: 11.11.2023).
6. Catalog 2019 LF I series gas-insulated circuit breakers/ URL: https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=NRJED352478EN (дата звернення: 11.11.2023).
7. Catalogue 2021 Digital protection relay. Sepam series 20, series 40, series 60, series 80 Digital protection relays/ URL: https://download.schneiderelectric.com/files?p_Doc_Ref=SEPED303005EN_Cover&p_enDocType=Catalog&p_File_Name=SEPED303005EN_sept21.pdf (дата звернення: 14.11.2023).
8. Є.І. Бардик, М.П. Болотний. Навчальний посібник перехідні електромагнітні процеси в електроенергетичних системах розрахунковографічна робота. Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського 2022. с. 53.

9. Grid 2030: A national version for electricity's second 100 years. – Office of Electric Transmission and Distribution, United States Department of Energy. July 2003.-89 p.
10. Каталог 2019. Розподільні пристрої з елегазовою ізоляцією номінальної напруги до 40,5 кВ з одинарною та подвійною системою збірних шин IEC | ANSI | RAIL / URL: https://download.schneiderelectric.com/files?p_Doc_Ref=UAMRJCAT18789EN&p_enDocType=Catalog&p_File_Name=%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3+GHA_UAM-NRJCAT18789EN-web.pdf (дата звернення: 14.11.2023).
11. Методичні вказівки з розрахунку поздовжнього диференціального струмового захисту Sepam 20-40-80 ANSI 87M/Попов М.Г. Київ: Schneider Electric, 2011. 31с.
12. PowerLogic™ Electrical network management Energy management, revenue metering and power quality monitoring.
13. EcoStruxure Panel Server. Концентратор бездротових пристроїв і шлюз Modbus, реєстратор даних та енергетичний сервер.
14. General Specification for Automatic Capacitor Bank for Electrical Networks up to 12KV/ URL: https://download.schneiderelectric.com/files?p_enDocType=Specification+for+tender&p_File_Name=General+Specifications+for+Automatic+Capacitor+Bank+12+KV.zip&p_Doc_Ref=Dweb-MV-doc6-SA (дата звернення: 18.11.2023).
15. Catalog 2022 Medium Voltage Distribution Pact series EvoPact SF Circuit breaker up to 40.5 kV/ URL: https://download.schneiderelectric.com/files?p_Doc_Ref=AMTED304010EN (дата звернення: 19.11.2023).
16. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень Вид. офіц. Київ: МОЗ України, 1999.
17. ДСанПіН 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.
18. Правила улаштування електроустановок. (ПУЕ – 2018).

- 19.НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007.
- 20.ДНАОП 1.1.10-1.07-01. Правила експлуатації електрозахисних засобів. Вид. офіц. Київ: Міністерство енергетики, 2002.
- 21.ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. К.: Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», Київ, 2018.
- 22.Правила улаштування електроустановок. Розділ 1. Загальні правила. Розділ 1.7. Заземлення і захисні заходи безпеки. (ПУЕ – 2016), введений з 1.01. 2017 р.
23. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. SCL — Substation Configuration Language/ URL: <https://mind.ua/publications/20259406-smart-grid-v-ukrayini-shcho-ce-taknavishcho-potribne-i-koli-z-yavitsya> (дата звернення: 08.12.2023).
- 24.IEC 61850 SCL Validation Using UML Model in Modern Digital Substation/ URL: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=86998> (дата звернення: 10.12.2023).
- 25.ДСТУ ІЕС/TS 62351-1:201. Керування енергосистемами та відповідний інформаційний обмін. Безпека даних та зв'язку. Частина 1. Безпека зв'язку мережі та системи. Загальні положення.
- 26.ДСТУ ІЕС/TS 62351-3:201. Керування енергосистемами та відповідний інформаційний обмін. безпека даних та зв'язку. Частина 3. Безпека зв'язку мережі та системи. Профілі, що охоплюють TCP/IP.
27. ДСТУ ІЕС/TS 62351-3:201. Керування енергосистемами та відповідний інформаційний обмін. Безпека даних та зв'язку. Частина 4. Профілі, що охоплюють MMS.