

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ІНСТИТУТ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ
КАФЕДРА ОХОРОНИ ПРАЦІ, ПРОМИСЛОВОЇ ТА ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

Організація, вимоги до структури, змісту та оформлення
у дипломному проєкті
освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»
студентів КПІ ім. І. Сікорського

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для студентів,
які навчаються за спеціальностями
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»;
144 «Теплотехніка»*

Денна та заочна форми навчання

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2020

Охорона праці та пожежна безпека. Організація, вимоги до структури, змісту та оформлення у дипломному проекті освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» студентів КПІ ім. І. Сікорського [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 144 «Теплотехніка» денної та заочної форми навчання / КПІ ім. Ігоря Сікорського; укл.: Л. Третякова, Л. Мітюк. Електронні текстові дані (1 файл: 380 КБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 58 с.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 10 від 18.06.2020р.)
за поданням Вченої ради ІЕЕ (протокол № 13 від 28.05.2020 р.)*

Електронне мережне навчальне видання

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

Організація, вимоги до структури, змісту та оформлення
у дипломному проекті освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»
студентів КПІ ім. І. Сікорського

Укладачі *Лариса Дмитрівна Третякова, д.т.н., проф..*

Людмила Олексіївна Мітюк, к.т.н, доц..

Відповідальний редактор *Гусев А.М., к.б.н., доц.*

Рецензенти: *Зайченко Стефан Володимирович, д.т.н., проф.,*

кафедра електромеханічного обладнання енергоємних виробництв ІЕЕ

У навчальному виданні «Охорона праці та пожежна безпека» розділу в дипломному проекті для студентів за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» представлені організація, вимоги до структури, змісту та оформлення розділу з охорони праці та пожежної безпеки, які потрібно розглянути у ході виконання кваліфікаційної роботи

Студенти рівня вищої освіти – бакалавр спеціальностей 144 «Теплотехніка», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» при виконанні розділу «Охорона праці та пожежна безпека» у дипломному проекті отримають знання з питань проведення робіт в безпечних умовах та шляхи їх реалізації у майбутній професійній діяльності

Зміст

Основні поняття і визначення.....	6
Вступ.....	8
1. Послідовність виконання розділу	9
1.1 Загальна характеристика об'єкта.....	10
1.2 Перелік робіт та склад бригади	11
1.3 Аналіз умов праці на робочих місцях електротехнічних працівників ...	13
1.4 Визначення та оцінка небезпечних і шкідливих чинників на робочих місцях	16
1.5 Вибір технічних засобів і заходів безпеки робіт в енергоустановках	18
1.6 Заходи пожежної безпеки.....	20
1.7 Рекомендовані розрахункові завдання до вибору технічних засобів безпеки	21
Висновки	22
2. Порядок оформлення розділу	23
2.1 Загальна характеристика об'єкта, технічні характеристики серійного енергетичного устаткування та систем енергопостачання.....	23
2.2 Визначення обсягів і послідовності робіт у ході експлуатації або під час модернізації енергетичного об'єкту.....	25
2.3 Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях.....	26
2.4 Визначення та оцінка шкідливих і небезпечних виробничих чинників	27
2.5 Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці	27
2.6 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників	29
2.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів...	31
2.8 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації	32

Список рекомендованих джерел.....	33
Додатки.....	36
Додаток А. Категорії приміщень і будівель за пожежною небезпекою. Класифікація пожежонебезпечних та вибухонебезпечних зон.....	36
Додаток В. Методика розрахунку захисного заземлювального пристрою електроустановок напругою більш як 1 000 В.....	40
Додаток С. Методика розрахунку захисного заземлення електроустановок напругою до 1 000 В з глухозаземленою нейтраллю	48
Додаток D. Розрахунок системи штучної вентиляції.....	53
Додаток Е. Організація робіт на комп'ютеризованому робочому місці	56

Основні поняття і визначення

Назва, скорочення	Визначення
Електроустановка (ЕУ)	Енергетична установка, призначена до виробництва, перетворення, передавання, розподілення чи споживання електроенергії
Теплова енергетична установка (ТЕУ)	Енергетична установка, призначена до виробництва, перетворення чи споживання теплової енергії
Адміністративно-технічні працівники	Керівники підприємств, установ і організацій, їх заступники, начальники цехів, відділів, служб, районів, дільниць, лабораторій та їх заступники, майстри, інженери та інші посадові особи, на яких покладено адміністративні функції.
Працівники електротехнічні	Працівники, посада або професія яких пов'язана з обслуговуванням електроустановок.
Працівники електротехнологічні	Працівники, посада або професія яких пов'язана з обслуговуванням технологічних процесів, які відбуваються з використанням електричної енергії, або з застосуванням електричного інструменту, переносних електричних машин, електрозварювального устаткування тощо під час виконання робіт, але не пов'язана з ремонтом і технічним обслуговуванням електроустаткування
Працівники оперативні (чергові)	Працівники, які перебувають на чергуванні в зміні і допущені до оперативного управління та (або) оперативних перемикачів
Працівники виробничі (ремонтні)	Працівники, навчені і допущені до ремонту та обслуговування обладнання, пристроїв, вторинних кіл та пристроїв ЗДТК в електроустановках
Працівники оперативно-виробничі (ремонтні)	Виробничі працівники, спеціально навчені і підготовлені для оперативного обслуговування в затвердженому обсязі закріплених за ними електроустановок
Працівник з групою II, III тощо	Працівник, який має групу з електробезпеки не нижче II, III тощо
Бригада (за нарядом або розпорядженням)	Два і більше працівників, включно з керівником робіт або наглядачем
Оперативне обслуговування електроустановок	Комплекс робіт з: - впровадження нормального режиму роботи електроустановок; - здійснення перемикачів, оглядів обладнання; - підготовки до ремонту (підготовки робочого місця, допуск); - технічного обслуговування обладнання, що передбачено інструкціями підприємства
Оперативно-виїзна бригада (ОВБ)	Виїзна бригада оперативних чергових працівників, які мають потрібну групу допуску і допущені до виконання оперативних перемикачів та окремих видів ремонтних робіт, передбачених виробничими інструкціями
Робота під напругою	Робота, яка виконується з дотиком до струмовідних частин, що перебувають під робочою напругою або на

	відстанях до цих струмовідних частин, менших від допустимих
Роботи ремонтні (ремонт)	Комплекс робіт з відновлення справності і роботоздатності обладнання і пристроїв. До ремонтних робіт, окрім відновлювальних, належать різні види випробувань, налагоджувальні роботи й окремі види технічного обслуговування, що входять до складу регламентних робіт
Наряд-допуск (наряд)	Складене на спеціальному бланку завдання на безпечне виконання робіт, де визначено їхній зміст, місце, час початку і закінчення, необхідні заходи безпеки, склад бригади та осіб, відповідальних за безпечне виконання робіт
Нарядно-допускна система	Комплекс заходів, що забезпечує безпечне виконання робіт в електроустановках. Складається з організаційних і технічних заходів
Роботи, що виконуються в порядку поточної експлуатації	Виконання працівниками робіт на закріпленій за ними ділянці впродовж одного робочого дня, яке не потребує оформлення наряду або розпорядження
Розпорядження	Завдання на безпечне виконання роботи, що реєструється в журналі, визначає її зміст, місце, тривалість, заходи безпеки й осіб, яким доручено її виконання
Небезпечні і шкідливі виробничі чинники (НШВЧ)	Небажане явище, яке супроводжує виробничий процес і вплив якого на працівника може призвести до погіршення самопочуття, зниження працездатності, виникнення виробничо-зумовленого чи професійного захворювання або втрати працездатності і навіть до раптової смерті
Підготовка робочого місця	Виконання до початку робіт технічних заходів для попередження дії на працівників працюючого НШВЧ на робочому місці

Вступ

Мета виконання розділу «Охорона праці та пожежна безпека» у дипломному проекті – самостійна індивідуальна робота з вибору комплексу техніко-організаційних заходів і засобів до безпечного виконання робіт на підприємствах енергетичної галузі.

Цей розділ невід’ємно і логічно пов’язаний з тематикою дипломного проекту, який виконують студенти під керівництвом консультанта з охорони праці (наказ МОН, МНС та Держгірпромнагляду від 21.10.2010 р. № 969/922/216).

У розділі «Охорона праці та пожежна безпека» розглядають головні положення щодо вирішення питань, які скеровано на створення безпечних та здорових умов праці на об’єкті, який проектують. У ході розробки визначених завдань студент спирається на діючі державні стандарти та нормативно-правові акти. Система стандартів безпеки праці включає комплекс взаємозв’язаних документів, які містять вимоги, норми та правила, скеровані на збереження життя, здоров’я та працездатності працівників у ході трудової діяльності. До Державних стандартів України включені вітчизняні (ДСТУ), гармонізовані з європейськими (ДСТУ EN) і міжнародними стандартами (ДСТУ ISO) нормативно-правові документи.

Зміст розділу «Охорона праці та пожежна безпека» повинен повністю відповідати темі дипломного проекту або дипломної роботи. Виконання розділу дає можливість студенту підвищити рівень знань і навичок у під час вирішення типових завдань з обов’язковим дотриманням вимог виробничої безпеки за стандартами з охорони праці. Тематику питань, обсяг та зміст цього розділу *самостійно* визначає виконавець проекту та погоджує з викладачем-керівником проекту та викладачем-консультантом цього розділу.

Обсяг розділу становить до 10 % від загального обсягу дипломного проекту (до 10 сторінок комп’ютерного тексту (Шрифт Times New Roman, 14, до 6 000 знаків, інтервал 1,5). У розділі наводять потрібні таблиці, рисунки, схеми, які виконано відповідно до вимог державних стандартів [2.1–2.3]:

Усі літературні джерела, на які посилається автор у тексті, мають відповідні посилання та нумерацію (наприклад, [15], [20]) та їх перелік у порядку появи посилань надається у кінці розділу, оформлений відповідно до стандартів [2.3, 2.4].

Викладач-консультант перевіряє підготовлений розділ. Розділ вважається виконаним за наявності підпису викладача-консультанту на першій сторінці розділу, на сторінці із завданням і темою дипломного проекту.

1. Послідовність виконання розділу

Під час виконання розділу «Охорона праці та пожежна безпека» студенту потрібно показати вміння *самостійно* застосовувати набуті знання під час вирішення завдань впровадження способів безпечного монтажу або експлуатації нового енергоощадного устаткування чи модернізації застарілого енергетичного устаткування. У розділі у *загальному вигляді* рекомендовано виконання таких підрозділів:

1.1 Загальна характеристика об'єкта передбачає обґрунтування рішень щодо місця розміщення виробничого устаткування та електроустановок, *доцільність використання яких визначено у попередніх розділах проекту.*

1.2 Визначення обсягів і послідовності робіт, періоду та тривалість їх виконання, кількісного складу бригади та рівень кваліфікації (групу з електробезпеки) електротехнічних працівників.

1.3 Визначення показників умов праці (загальних і локальних) та встановлення переліку шкідливих і небезпечних виробничих чинників на робочих місцях під час виконання певних робіт.

1.4 Обґрунтування вибору технічних та організаційних засобів безпеки.

1.5 Вибір системи захисту від пожеж і вибухів на енергетичному об'єкті. Забезпечення захисту від наслідків проявів дії блискавки.

1.6 Розрахунок одного із запропонованих технічних заходів захисту або заходу з попередження чи обмеження наслідків пожеж та вибухів.

Наприкінці розділу сформулювати висновки та перелік використаних у розділі нормативних документів і літературних джерел, рік видання яких не перевищує 20 років.

Загальні твердження, визначення, вимоги та інші відомі положення у розділі писати *не потрібно.*

Розглянемо основні теоретичні положення щодо виконання кожного підрозділу.

1.1 Загальна характеристика об'єкта

Практична реалізація проектної роботи передбачає вибір енергетичного устаткування, яке реалізує теоретичні результати, виконані у попередніх розділах дипломного проекту. Вибір майданчика для розміщення електричних установок (ЕУ) і теплоенергетичних установок (ТЕУ) відбувається після визначення основних технічних характеристик нового основного та допоміжного енергетичного устаткування. Вибрати *сучасне* устаткування, яке серійно випускається, та навести його технічні характеристики (потужність, напругу, масу, габаритні розміри та інше). Визначити вимоги до систем електропостачання, газопостачання, теплопостачання, власних потреб та інших допоміжних елементів. Вибрати способи та технічні засоби для доставки та монтажу нового устаткування.

У підрозділі використовують інформацію з інших розділів дипломного проекту наприклад, площі трансформаторних підстанцій, потужність та номенклатуру енергоустаткування, системи енергопостачання, рівень напруги, режими роботи нейтралі тощо).

ЕУ та ТЕУ можуть бути зовнішнього і внутрішнього розташування. Визначають розміри робочого місця або приміщення, встановлюють категорію приміщення щодо електробезпеки (3 категорії).

Потрібно проаналізувати та у разі потреби забезпечити зручну систему транспорту, газо-, електро-, водопостачання або інших енергоносіїв, систему зв'язку та пожежну охорону. Під час вибору місця розташування потрібно враховувати вплив наявних джерел викидів та проаналізувати можливість утворення нових шкідливих викидів у навколишнє середовище. Під час розміщення нового або модернізації устаткування, яке морально застаріле або зношене, потрібно враховувати санітарно-гігієнічні вимоги [2.5, 2.6], а також вимоги пожежної безпеки [2.7–2.10]. З цією метою визначають відповідний ступінь вогнестійкості будівель, площу приміщень, схеми евакуаційних виходів та інші показники.

Електроустановки – устаткування, яке виробляє, перетворює, розподіляє та споживає електричну енергію) та теплоенергетичні установки – посудини, що працюють під тиском (парові і водогрійні котли, теплообмінники, апарати, трубопроводи пари і гарячої води) розміщують на відкритих площадках, де виключено скупчення людей, або в окремих будівлях. Допускається розміщення посудини у прибудовах до виробничих будівель за наявності між ними капітальної стіни, а також у виробничих приміщеннях – якщо це передбачено галузевими нормативами. Не допускається розміщення

ЕУ і ТЕУ у житлових, громадських і побутових будівлях, а також у прибудовах до них.

Важливе значення для здорових і безпечних умов праці має раціональне розташування основного та допоміжного устаткування, забезпечення санітарних норм для працівників [1.2]. Виробничі приміщення потрібно обладнати відповідною підлогою, сходами, дверима. З метою запобігання травматизму у виробничих приміщеннях потрібно застосовувати попереджувальне фарбування конструкцій, знаки безпеки, маркування. Приміщення, де розташовано устаткування підвищеної небезпеки, потрібно убезпечити від проникнення сторонніх осіб. Для цього передбачать відповідні огорожі, засоби блокування безпеки, системи відеоспостереження тощо [1.2].

У підрозділі проєктант наводить технічні характеристики основного і допоміжного устаткування, вибирає відповідні місця розміщення устаткування, покриття підлог та сходів, проєктує проходи, встановлює потрібні загорожі та знаки безпеки.

Аналізують пожежонебезпечні властивості матеріалів і речовин, їхні обсяги, особливості застосування. Визначають категорії приміщень і будівель з вибухової та пожежної небезпеки (А, Б, В, Г, Д), класи пожежонебезпечних (П-I, П-II, П-III, П-III) та вибухонебезпечних зон (0, 1, 2, 20, 21, 22) [2.8, 2.10].

1.2 Перелік робіт та склад бригади

Проєктант повинен мати уявлення про перелік та обсяги робіт, які плануються до виконання. На підставі такої інформації проєктант визначає місце робіт, загальну кількість працівників у бригаді та вимоги щодо їхньої кваліфікації. Працівники, які обслуговують ЕУ, повинні мати відповідну групу з електробезпеки (ГЕ). Не дозволяється допуск до роботи працівників, які не пройшли навчання та перевірку знань з питань охорони праці та пожежної безпеки [2.11], а також у разі закінчення терміну дії попередніх періодичних перевірок знань або медичних оглядів.

Всього є п'ять (I–V) кваліфікаційних ГЕ. Для роботи в ЕУ напругою до 1 кВ працівник повинен мати III групу, в мережах напругою більш як 1 кВ – IV або V групи.

Залежно від завдань, які потрібно виконати, встановлюють послідовність виконання робіт. Незалежно від виду робіт можна виокремити такі однотипні дії:

- підготовка до виконання робіт;
- доставка працівників на робоче місце (трансформаторна підстанція, електростанція, повітряна або кабельна лінія тощо);
- виконання робіт з підключення захисних засобів (захисне заземлення, вирівнювання потенціалів та ін.);
- безпосереднє виконання робіт.

У ході підготовки до виконання робіт передбачено такі заходи:

- визначення кліматичних умов;
- вимірювання показників, які нормуються (напруженість електромагнітного поля, струм, розподіл потенціалів, рівень ізоляції);
- підготовка робочого майданчика. Інструменти та засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) візуально перевіряють на відсутність дефектів. Працівник одягає комплект ЗІЗ, який складається із захисного одягу, каски, рукавичок, взуття, окулярів, страхового поясу тощо;
- доставка працівника на місце робіт. Роботи у відкритих ЕУ відбуваються на висоті від двох до шістнадцяти метрів, тому необхідно виконувати правила з безпеки робіт на висоті [2.12]. Одним з відповідальних етапів є підняття працівників на висоту. З цією метою використовують телескопічні вежі, сходи, виконані з дюралюмінієвих труб, або підвісні кабіни. Після підйому на опору працівник повинен знаходитися на безпечній відстані від проводів через можливість травмування людини дистанційно. Безпечна відстань визначається рівнем напруги і становить від одного до п'яти метрів. Роботи, які виконують на висоті, пов'язані з високим рівнем фізичних та інтелектуальних навантажень. Монтер під час виконання виробничих операцій 60 % робочого часу знаходиться у положенні «стоячи, випрямившись» і до 40 % – у положенні «зігнувшись».

Працівники, які знаходяться на поверхні землі, не повинні наближатися до опори повітряної лінії ближче ніж на 8...10 м. Така вимога зумовлена можливістю виникнення крокової напруги, а також потраплянням у зону дії електромагнітного поля.

Монтаж енергетичного устаткування зазвичай передбачає проведення *вантажно-розвантажувальних робіт* [2.13]. Вантажно-розвантажувальні роботи можна умовно поділити на три групи:

- ручні роботи щодо підіймання та переміщення вантажу;
- підіймання та перевезення вантажу за допомогою механічних пристосувань (лебідок, блоків, домкратів, візків, спусків);
- підіймання та перевезення вантажів за допомогою спеціальних машин та механізмів (кранів, ліфтів, автонавантажувачів, конвеєрів, та електрокарів).

1.3 Аналіз умов праці на робочих місцях електротехнічних працівників

Умови праці – сукупність усіх чинників, які потрібно забезпечити для нормальної життєдіяльності працівників в ході виробничої діяльності [2.14]. Залежно від виду діяльності потрібно оцінити комплекс впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників (НШВЧ): напруженість праці, інтелектуальне перевантаження, основні джерела НШВЧ та їх параметри.

Умови праці характеризують рівнем важкості (5 категорій) і напруженості (4 категорії) праці, санітарно-гігієнічними умовами у виробничих приміщеннях та на робочих місцях. Відповідно до [1.1] чинники, які визначають умови праці на робочому місці, поділяють на загальні та локальні.

До *загальних* належать показники, які зумовлено: природними умовами, в яких здійснюється виробничий процес (клімат, особливості місцевості території виробництва); конструктивними особливостями виробничого приміщення (його площа та обсяг); станом повітряного середовища у виробничих приміщеннях; загальним станом природного і штучного освітлення виробничого приміщення та ін. [1.1].

До *локальних* чинників належать показники, які зумовлено: конструктивними особливостями енергетичного устаткування, інструментів та пристроїв (напруга, струм, іонізуючі та неіонізуючі випромінювання, електромагнітне поле); особливостями планування та оснащення робочого місця; наявністю або відсутністю приладів, сприяючих утворенню та підтримки потрібного виробничого мікроклімату; наявністю або відсутністю джерел шуму, вимірювань, вібрації та ін. [1.1].

Аналізуючи умови праці, враховують розташування робочого місця (закрита чи відкрита ЕУ), постійне чи тимчасове робоче місце, умови виконання робіт (під напругою, без напруги, поблизу діючих ЕУ).

Оцінку важкості трудового процесу здійснюють на підставі обліку фізичного статичного та динамічного навантаження, за загальними витратами енергії в організмі людини на виконання робіт (маси вантажу, що

піднімається та переміщується, загальної кількості стереотипних робочих рухів, робочі положення, кілометражу та тривалості переміщень під час робіт). За [2.15] виокремлюють три категорії важкості робіт. Наприклад, якщо працівник знаходиться в положенні «сидячи», роботу відносять до категорії 1а; якщо робота виконується в положенні «стоячи» – до категорії 2а; якщо роботи виконуються на висоті або працівники переміщують вантажі – категорія 3.

Оцінку напруженості трудового процесу здійснюють на підставі обліку інтелектуальних, сенсорних, емоційних навантажень, ступеня монотонності праці, режиму і змінності роботи, потреби у використанні комп'ютеру тощо [1.1].

Кліматичні умови визначають через вимірювання температури, вологості і швидкості вітру. Під час виконання робіт назовні допустимими для роботи є показники, які знаходяться в межах: температура від -10 до $+40$ °С; вологість – (60...100) %; швидкість вітру – не більш як 10 м/с [1.2].

Штучне освітлення поділяється за функціональним призначенням на: робоче, чергове, аварійне, евакуаційне, охоронне. Визначають потужність освітлення і рівень освітленості [1.4, 2.16].

Робоче освітлення створює необхідні умови для нормальної трудової діяльності людини. *Чергове освітлення* має знижений рівень освітлення, тому його вмикають у неробочий час, для чого використовують частину світильників робочого освітлення. *Аварійне освітлення* вмикають у разі вимикання робочого освітлення. Світильники аварійного освітлення живляться від автономного джерела та забезпечують освітленість не менше як 5 % величини робочого освітлення, але не менше як 2 лк на робочих поверхнях виробничих приміщень і не менше як 1 лк на території підприємства. *Евакуаційне освітлення* вмикають для евакуації працівників з приміщення під час виникнення небезпеки. Таке освітлення передбачають у виробничих приміщеннях з кількістю працівників більш як 50, а також у приміщеннях громадських і допоміжних будівель промислових підприємств, якщо в них одночасно можуть знаходитися більш як 100 осіб. Евакуаційне освітлення у приміщеннях має бути не менш як 0,5 лк, поза приміщеннями – 0,2 лк. *Охоронне освітлення* встановлюють уздовж меж територій, які охороняють, з рівнем освітленості не менш як 0,5 лк або за вимогами систем телеспостереження.

Негативний вплив на здоров'я людини *комп'ютерною технікою* під час тривалої роботи – це об'єктивна реальність [2.17]. Встановлено, що стан

організму користувача комп'ютерної техніки залежить від виду роботи, тривалості та умов її виконання. Умовно можна виокремити три групи складності у користуванні комп'ютерною технікою:

- діяльність, яка пов'язана з виконанням нескладних багаторазово повторюваних операцій, які не вимагають великого розумового напруження. Наприклад, це робота операторів теплоцентралі;
- діяльність, яка пов'язана зі здійсненням логічних операцій, які постійно повторюються. Наприклад, це робота інженера-проектувальника, оператора автоматизованого виробництва;
- діяльність, коли у ході роботи потрібно приймати рішення за відсутності заздалегідь відомого алгоритму. Наприклад, це робота інженера-програміста, диспетчера електричних мереж.

Під час *монтажу* устаткування виникає потреба у здійсненні вантажно-розвантажувальних робіт. Для кожної групи вантажно-розвантажувальних робіт характерні свої небезпеки, які можуть призвести до нещасних випадків.

Основні причини нещасних випадків під час виконання *ручних вантажно-розвантажувальних робіт*, які пов'язані з підйманням та переміщенням вантажу, стаються внаслідок невідповідності місця та умов роботи вимогам з охорони праці. Тому необхідно, щоб місце виконання вантажно-розвантажувальних робіт було достатньо освітлене, ширина проходів відповідала нормі, підлога та платформи були рівними, неслизькими, не мали щілин, вибоїн, набитих планок та цвяхів. Відсутність спеціальної підготовки та потрібних навичок під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт також є поширеною причиною нещасних випадків. Порушення правил складування вантажів може призвести до травмування робітників. У разі частих підймань та перенесень вантажів на великі відстані можливе фізичне перевантаження працівника. Під час підймання вантажу, маса якого перевищує допустиму норму, вантаж може придавити працівника. Тому під час розробки дипломного проекту бажано передбачити механічні пристосування для переміщення вантажів.

Основні причини нещасних випадків під час виконання *вантажно-розвантажувальних робіт з використанням механічних пристосувань* стаються внаслідок падіння вантажу. У блоках можливе зісковзування канату чи ланцюгу та заклинювання їх між блоком і його корпусом. При цьому вантаж може впасти та травмувати працівника. Поширені випадки травмування рук під час встановлення на місце канату чи ланцюгу, який

зісковзнув. У пневматичних таях падіння вантажу можливе у разі поломки чи неправильного регулювання засобів пневматики.

Під час роботи з домкратами та лебідками можливі спрацювання та поломка шестерень, храповиків, гвинтів та інших деталей, що може спричинити падіння вантажу. Під час використання домкратів падіння вантажу може статися внаслідок хибної установки домкрата чи самочинного переміщення вантажу за поганої його фіксації.

Спуски використовують вагу вантажу для переміщення вниз у нахиленій площині. Хибний вибір кута нахилу та відсутність захисних бортів можуть спричинити ковзання вантажу та травмування працівників, котрі знаходяться поруч.

Основні причини нещасних випадків під час виконання *вантажно-розвантажувальних робіт з використанням підйимально-транспортних машин* та механізмів стаються внаслідок неправильної організації робіт, за відсутності належного контролю, помилок або невідповідності виконуваних робіт підйимальних транспортних механізмів та машин, відсутності або несправності запобіжних пристосувань, зачеплення вантажем під час його підймання, переміщення чи опускання устаткування, споруд, ліній електропередавання тощо.

Більшість машин та механізмів, призначених для підймання та переміщення вантажів, оснащені електроприводами, тому часто причинами нещасних випадків та аварій є порушення вимог електробезпеки.

У разі, якщо роботи відбуваються назовні, потрібно визначитися з наявністю шкідливих речовин у атмосфері, які може створювати установка, яка проектується на її можливий вплив на довкілля. Першочергово це стосується енергетичних об'єктів, які працюють на біогазі або застосовують різні види деревини (палети, плити, дрова), а також вугілля. Нормування викидів в атмосферу здійснюють за [2.19].

За результатами аналізу умов праці встановлюють перелік небезпечних і шкідливих виробничих чинників

1.4 Визначення та оцінка небезпечних і шкідливих чинників на робочих місцях

Ступінь шкідливості умов праці встановлюється за величинами перевищення санітарно-гігієнічних норм, наведених у відповідних правилах з виробничої санітарії та державних санітарних нормах [2.20–2.26]. Перелік можливих

чинників, які зумовлюють шкідливість умов праці на енергетичних об'єктах наведено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Групи чинників, що зумовлюють шкідливість умов праці

Чинники умов праці	Параметр, що характеризує основні властивості елемента, одиниця виміру
1	2
Загальні санітарні вимоги	Відповідність об'єму, м ³ і площі, м ² виробничих приміщень санітарним нормам
Освітлення: природне штучне	Коефіцієнт природного освітлення, % Освітленість, лк
Шкідливі речовини у повітряному середовищі (пари, газы, аерозолі)	Концентрація, мг/м ³
Важкість праці	Енергетичні витрати, робоче положення, переміщення вантажів
Напруженість праці	Змінність роботи, тривалість зосередженого спостереження, інтелектуальна напруженість
Мікроклімат: температура повітря відносна вологість повітря швидкість руху повітря	Температура, °С Вологість, % Рухомість повітряного середовища, м/с
Шум Ультразвук	Рівень звуку дБА, середня геометрична частота октавних смуг, Гц Рівень звукового тиску, дБ, довжина хвилі, мкм
Електромагнітне поле	Напруженість електричного поля, кВ/м Напруженість магнітного поля, кА/м
Вібрація, яка безпосередньо впливає на працівника: Загальна (на увесь організм людини); Локальна (на окремі частини тіла – руки або ноги)	Коливальна швидкість, м/с, рівень звукового тиску, дБ
Випромінювання: інфрачервоне, ультрафіолетове іонізуюче електромагнітне (хвилі радіочастот)	Інтенсивність випромінювання, Вт/м ² Активність радіоактивного розпаду, Бк, ліміт дози опромінення, мЗв · рік ⁻¹ Частота коливань, Гц, напруженість електричного поля, В/м, напруженість магнітного поля А/м, інтенсивність, Вт/м ²
Атмосферний тиск	У робочій камері, атм,
Професійні інфекції, біологічні агенти,	Гранично допустима концентрація (ГДК),

хімічні речовини (вода, нафта, луги, кислоти тощо)	мг/м ³
Електричний струм	Струм, А.

На підставі визначення небезпечних і шкідливих виробничих чинників розроблюють заходи та засоби з їх усунення або обмеження.

1.5 Вибір технічних засобів і заходів безпеки робіт в енергоустановках

Безпека праці енергетичних підприємств реалізується впровадженням трьох складників [1.2]:

- технічні заходи і засоби;
- організаційні заходи;
- ЗІЗ, електроізолювальні та електровимірювальні засоби.

У дипломному проекті головну увагу приділяють вибору *технічних* заходів безпеки ЕУ та ТЕУ.

Технічні заходи в ЕУ залежать від рівня напруги, режиму роботи нейтрального проводу в мережі та від категорії приміщення щодо безпеки ураження електричним струмом та характеру середовища у приміщеннях (приміщення без підвищеної безпеки, приміщення з підвищеною безпекою, особливо небезпечні приміщення) [2.27].

Для запобігання ураженню електричним струмом під час *прямого дотику* впроваджують окремо або у поєднанні такі заходи і засоби захисту:

- ізоляція струмовідних частин;
- загороджувальні засоби (огорожі, оболонки, бар'єри)
- розміщення струмовідних частин поза зоною досяжності (розміщення на недосяжній висоті чи у недоступному місці);
- блокувальні засоби.
- способи орієнтації в ЕУ.

Для запобігання ураженню електричним струмом під час *непрямого дотику* та *напруги кроку* впроваджують окремо або у поєднанні такі заходи і засоби захисту:

- захисне заземлення ЕУ;
- захисне автоматичне вимикання;
- ізолювальні зони;
- електричний поділ кіл;
- системи наднизької (малої) напруги.

ТЕУ відповідно до вимог [2.28] потрібно обладнати: вентилем, краном чи іншим пристроєм для контролю відсутності тиску перед її відкриванням; штуцерами для наповнення, зливу води і видалення повітря під час гідравлічних випробувань.

Керування роботою та безпеку умов експлуатації ТЕУ, залежно від їх призначення, забезпечують такі засоби:

- запірні і запірно-регулювальні прилади;
- прилади для вимірювання тиску (манометри з класом точності не менш як 1,5 і 2,5), температури, пристрої контролю рівня рідини.
- запобіжні прилади: запобіжні клапани (пружинні, важільно-вантажні, імпульсні, клапани непрямої дії), мембрани та інші пристрої.

Організаційні заходи передбачають [1.2, 2.29–2.31]:

- наявність відповідної кваліфікації у працівників;
- визначення категорії робіт: (зі зняттям напруги; без зняття напруги; поблизу або віддалік струмовідних частин ЕУ);
- порядок виконання робіт (за нарядом-допуском, розпорядженням або в поточній експлуатації).

Засоби індивідуального захисту (захисний одяг, каска, захисне взуття, засоби захисту рук, обличчя, органів дихання, слуху, до роботи на висоті) вибирають залежно від переліку робіт, характеристик умов праці та рівня шкідливості виробничого середовища [1.1, 2.32–2.35].

Електрозахисті засоби використовують під час виконання робіт під напругою [2.36].

До електрозахисних засобів індивідуального захисту належать:

- діелектричний комплект (одяг, рукавички, каска) – роботи в ЕУ, які знаходяться під напругою;
- діелектричні рукавички – це основний електрозахисний засіб для ЕУ напругою до 1 кВ і додатковий – понад 1 кВ;
- діелектричне взуття – це додатковий електрозахисний засіб у закритих ЕУ;
- екрануючий комплект (костюм, рукавички, каптур) – для захисту від зовнішніх електромагнітних полів;
- контрольно-сигнальні прилади : ізолювальні штанги, ізолювальні кліщі, електровимірювальні кліщі, покажчики напруги, сигналізатори напруги;
- захисні пристосування – це захисні переносні заземлення, ізолюючі підставки, плакати безпеки.

1.6 Заходи пожежної безпеки

Експлуатація енергетичних установок може призвести до виникнення пожеж. На усіх енергетичних підприємствах облаштовують системи протипожежного та проти вибухового захисту [1.3].

Унеможливлення утворювання джерел запалювання забезпечують такими засобами:

- улаштуванням блискавкозахисту та захисного заземлення ЕУ;
- підтриманням температури нагрівання поверхонь устаткування, нижче гранично допустимої, яка не повинна перевищувати 80 % температури самозаймання вибухонебезпечного середовища;
- унеможливлення появи іскрового розряду у вибухонебезпечному середовищі з енергією, яка дорівнює або перевищує мінімальну енергію запалювання;
- використанням ЕУ, які відповідають за своїм виконанням пожежонебезпечним та вибухонебезпечним зонам. Усі електричні машини, апарати і прилади, розподільчі пристрої, трансформатори і перетворювальні підстанції, елементи електропроводки, струмовідводи, світильники повинні мати виконання, яке відповідає класу зони з пожежної, вибухової небезпеки, тобто мати відповідний рівень і вид вибухозахисту або ступінь захисту оболонок згідно [2.27, 2.37].

Для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їхнього розвитку працівники підприємства застосовують *первинні* засоби пожежогасіння. До них відносять: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного матеріалу, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати), пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо).

Гасіння великих загорянь в електроприміщеннях відбувається із застосуванням автоматичної установки пожежогасіння. Автоматична установка містить:

- ємкість для зберігання вогнегасної речовини;
- устаткування для подачі та розпилення вогнегасної речовини;
- систему автоматичної пожежної сигналізації: пристрій вмикання подачі речовини та оповіщення про пожежу;
- пристрій виявлення пожежі (сповіщувач).

1.7 Рекомендовані розрахункові завдання до вибору технічних засобів безпеки

Захисне заземлення. Головний вид захисту від непрямого дотику у електричних мережах – захисне заземлення, яке використовується для всіх видів електроустановок [1.3]. Приклади розрахунків наведено у додатках В, С.

Вибір систем *штучної вентиляції* та опалення. В технологічно чистих приміщеннях або в приміщеннях зі шкідливими речовинами в повітрі потрібно встановити штучні вентиляційні установки. Приклади вибору систем вентиляції наведено у додатку D.

Захисні огорожі. Визначають найнебезпечніші зони устаткування, які потребують встановлення захисних огорож. Обґрунтовують вибір виду огорожі (огорожа, бар'єр, оболонка), її виконання (суцільна, сітчаста, з діелектричних матеріалів, комбінована) та її конструктивне виконання. Аргументують доцільність встановлення захисних огорож з автоматичним блокуванням. Вибирають відстань від ЕУ, місце розташування та розраховують її геометричні розміри [1.3]. .

Ізоляція струмовідних частин ЕУ. Обґрунтовують вибір відповідних запобіжних пристроїв: визначають категорію приміщення за ступенем небезпеки поразки працівників електричним струмом, визначають ступінь захисту оболонок ЕУ IP, вибирають вид діелектричного матеріалу і його параметри (активний поверхневий опір, товщину, напругу пробою, коефіцієнт діелектричних втрат) і розраховують ізоляцію (робоча, додаткова, подвійна, посилена) струмовідних частин устаткування [1.2].

Блокувальні пристрої. Обґрунтовують вибір відповідних блокувальних пристроїв (механічні, електромагнітні, електричні). Навести принципову схему пристрою та описати її роботу [1.2].

Засоби орієнтації та сигналізації. Обґрунтувати потребу у застосуванні засобів орієнтації в зонах з ЕУ. Вибрати і розташувати відповідні знаки безпеки. Виконати маркування основного і допоміжного устаткування. Вибрати елементи системи відеоспостереження. Вибрати засоби сигналізації для сповіщення працівникам про пожежу або інші аварійні ситуації. Визначити місця встановлення засобів індикації та сигналізації.

Захисне автоматичне вимикання ЕУ. Визначити аварійні режими, за яких на корпусі ЕУ виникає напруга непрямого дотику, розрахувати параметри

струмів і напруги непрямого дотику. Обґрунтувати потребу у використанні пристроїв захисного автоматичного вимикання. Навести принципову схему пристрою та надати описання її роботи [1.2].

Електромагнітні поля на робочому місці. Визначити джерела електромагнітних полів, їх розташування у зоні робочого місця. Оцінити їх рівні за показниками напруженості електричного та магнітного полів. Розрахувати допустиму тривалість і відстань виконання робіт. Обґрунтовують потребу у використанні екрануючих захисних індивідуальних комплектів [1.2].

Заходи пожежної безпеки (вогнестійких конструкцій будівель, шляхів евакуації, автоматизованих систем тушіння пожеж). Визначити пожежонебезпечні та вибухонебезпечні зони з ЕУ або теплоенергетичними установками (Додаток А). Обґрунтувати потребу у встановленні протипожежних перепон та перекриття. Вибрати елементи установки пожежогасіння та розрахувати її параметри. Визначити тип первинних засобів пожежогасіння та розрахувати необхідну кількість та місця розташування. Запропонувати протипожежне водопостачання у виробничі будівлі та інші питання пожежного захисту [1.3].

Захист від атмосферних розрядів. Аналізують інтенсивність грозової діяльності у місцевості, де розташовано енергоустаткування, належність будівель і споруд до відповідного класу за вибуховою та пожежною небезпекою. Визначають зону захисту А чи Б та категорію захисту від блискавки (I, II, III). Обґрунтовують вибір типу блискавковідводів, визначають висоту та зону їх захисту. Розраховують опір заземлювального пристрою блискавковідводу [1.3].

Організація робочих місць. Здійснити маркування електроустановок. Розробити відповідно до вимог [2.10] організацію робочого місця з ЕУ, які проектуються. Передбачити на робочих місцях площі для розміщення основного, допоміжного устаткування, внутрішні або зовнішні електричні мережі, трансформаторні підстанції, системи освітлення, вентиляції, контролю та автоматизації. Організація робіт під час застосування комп'ютерів наведена у Додатку Е.

Висновки

Висновки – це стисле викладення результатів, отриманих під час виконання розділу. Наводяться найважливіші теоретичні положення, які містять оцінку результатів щодо категорії умов праці, наявності певних НШВЧ,

вибору техніко-організаційних заходів і ЗІЗ з безпечного виконання робіт і пожежної безпеки та результати розрахунків, відповідно до завдань, які вирішено в розділі. У висновках необхідно наголосити на якісних та кількісних показниках здобутих результатів, обґрунтувати можливість їх впровадження у практичну діяльність.

2. Порядок оформлення розділу

Результати досліджень, розрахунків та вибору техніко-організаційних заходів і засобів рекомендовано навести у *табличному вигляді*. Приклади оформлення результатів наведено у таблицях 2.1 – 2.9.

2.1 Загальна характеристика об'єкта, технічні характеристики серійного енергетичного устаткування та систем енергопостачання

Загальна характеристика об'єкту передбачає визначення обґрунтування рішень щодо місця розміщення виробничого устаткування та електроустановок. Показники загальної характеристики надають в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Загальна характеристика об'єкту

Найменування ЕУ або ТЕУ	Вид розміщення	Розміщення робочого місця	Категорія електроприміщення	Категорія з пожежної безпеки
1	2	3	4	5
<i>Приклад заповнення</i>				
Вітрова станція	Відкрита ЕУ, за межами населеного пункту	Зовнішнє, на висоті від 0...120 м.	<i>особливо небезпечне приміщення</i>	Категорія Д
Трансформаторна підстанція	Внутрішня ЕУ	Окреме приміщення на поверхні землі, (8x10x3) м	<i>приміщення з підвищеною небезпекою</i>	Категорія Д

У *графі 1* наводять вид ЕУ або ТЕУ, доцільність використання яких визначено у попередніх розділах проекту: трансформатор, сонячний колектор, вітрова електростанція, сонячна електростанція, тепловий насос та інші.

У *графі 2* вказують вид розміщення: відкрита установка, внутрішня установка, окреме приміщення, на даху будинку на інше.

У графі 3 вказують розміщення місця роботи та відповідні показники: окреме приміщення; приміщення житлового будинку на 1 поверсі, на даху будинку на висоті 15 метрів, у підвальному приміщенні на глибині 5 м; на відкритій місцевості та інше.

У графі 4 визначають категорію електроприміщення з електричної небезпеки: приміщення: без підвищеної небезпеки; приміщення з підвищеною небезпекою; особливо небезпечні приміщення.

У графі 5 вказують категорії приміщень і будівель за вибуховою і пожежною небезпекою, які поділяються на п'ять категорій (А, Б, В, Г, Д) (Додаток А).

Технічні характеристики вибраних у попередніх розділах проекту ЕУ і ТЕУ надають у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. Показники технічних характеристик ЕУ чи ТЕУ

Найменування ЕУ і марка	Основні характеристики	Числове значення показника
1	2	3
<i>Приклад заповнення</i>		
Трансформатор ТМ-630	Напруга	10/0,4 кВ
	Потужність	630 кВА
	Маса	4 000 кг
	Габаритні розміри	250x1451x400 см
	Маса і марка масла	1 600 кг, МТК-60
	Маркування	ТР-1-10- 630-6
Повітряна лінія:	Марка проводів	АС-5x50
	Напруга	0,4 кВ
	Довжина	10 км
	Кількість фаз	Трифазна п'яти провідна
	Кількість опор	27
	Тип і кількість ізоляторів	2 СТТ-25, 108 шт
	Додаткові пристрої	Провід РЕ

У графі 1 наводять тип ЕУ або ТЕУ та марку, які вибрано у проекті. Таблиця може містити інформацію про таке: трансформатор, повітряну лінію та її опори, кабельну лінію та способи прокладки, внутрішню проводку, системи автоматики та релейного захисту, систему АСКУЕ, конденсаторну

установку, основне обладнання електричної станції та обладнання власних потреб, котли, насос, двигун, освітлювальні прилади, вентиляційні установки, системи опалення та інше устаткування.

У графі 2 вказують основні характеристики вибраного устаткування: напруга, потужність, маса, габаритні розміри, маса та марка масла, маркування, марка проводів і кабелів, довжина, кількість фаз, тип і кількість ізоляторів, додаткові пристрої та інше.

У графі 3 наводять числові значення показника: 10/0,4 кВ, 630 кВА, 4 000 кг, 2500x1450x4000 см, КУ-10-600-2.

2.2 Визначення обсягів і послідовності робіт у ході експлуатації або під час модернізації енергетичного об'єкту

У підрозділі встановлюють обсяги та послідовність виконання робіт, період та тривалість їх виконання. На підставі таких вимог визначають способи доставки та розгрузки устаткування, кількісний склад бригади та рівень кваліфікації (групу з електробезпеки) електротехнічних працівників. Інформацію наводять у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. Послідовність виконання робіт

Вид робіт	Спосіб доставки і розгрузки	Період виконання робіт і тривалість	Кількісний склад бригади	Група з електробезпеки
1	2	3	4	5
Приклад заповнення				
Монтаж кабельної лінії 10 кВ	Транспорт, механічна розгрузка	Літній, 25 робочих днів	8 осіб	Не менш як IV

У графі 1 наводять вид робіт та послідовність їх виконання.

У графі 2 вказують способи доставки: залізниця, транспорт, вручну, та способи вантажно-розвантажувальних робіт.

У графі 3 вказують період року для запланованих робіт: періодично впродовж усього року, одноразово, сезонно. Визначають тривалість виконання робіт.

У графі 4 вказують кількісний склад бригади працівників.

У графі 5 визначають вимоги щодо кваліфікації з електробезпеки: роботи на ЕУ до 1000 В – не нижче III групи з електробезпеки; роботи на ЕУ більш як 1000 В – не нижче IV групи з електробезпеки.

2.3 Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях

Показники умов праці під час виконання вказаних у п 2.2 робіт для бригади електротехнічних працівників надають у табл. 2.4.

Таблиця 2.4. Чинники умов праці та їх показники

Найменування чинника	Основні характеристики	Числове значення показника
1	2	3
Приклад заповнення		
Параметри мікроклімату	Температура повітря Вологість Швидкість вітру	(15...25) °С (60...85) % (0,01...0,05) м/с
Важкість праці	Переміщення вантажів Робоче положення Статичні та динамічні навантаження Категорія робіт	До 10 кг «стоячи», «стоячи зігнувшись» 55 Вт, (250...300) (Вт·год) II категорія
Напруженість праці	Тривалість <i>зосередженого спостереження</i> Тривалість <i>активних дій</i> Змінність Напруженість органів чуття: зір Категорія	50 % робочого часу 60 % робочого часу 1 зміна, 8годин 20 % робочого час II категорія

У графі 1 вказують основні чинники умов праці: параметри мікроклімату, важкість і напруженість праці, внутрішнє та зовнішнє освітлення; шум, вібрації, неіонізуючі випромінювання, електромагнітне поле, шкідливі речовини та інші.

У графі 2 визначають характеристики кожного вказаного чинника, які нормують у відповідних державних стандартах. Наприклад: до мікроклімату – діапазони температур, вологості, швидкості руху повітря; до важкості – переміщення вантажів, робоче положення, статичні та динамічні навантаження; до напруженості – тривалість зосередженого спостереження та тривалості активних дій; режим роботи та змінність та інші; до системи освітлення - потужність і напруга джерел; рівень освітленості.

У графі 3 вказують числові значення кожного параметру відповідно до паспортних даних або результатів експериментальних випробувань.

2.4 Визначення та оцінка шкідливих і небезпечних виробничих чинників

Небезпечні і шкідливі виробничі чинники (НШВЧ), які виникають у ході виконання певних робіт, наводять у табл. 2.5. До табл. 2.5 вносять чинники, фактичні значення яких перевищують граничнодопустимі значення.

Таблиця 2.5. Перелік небезпечних і шкідливих виробничих чинників

Небезпечні і шкідливі чинники	Фактичне значення	Допустиме значення
1	2	3
Приклад заповнення		
Електричного походження		
Напруга	10 кВ	6 В
Струм	80 А	0,6 мА
Напруженість електричного поля	15 кВ/м	5 кВ/м
Напруженість магнітного поля	4,2 кА/м	1,4 кА /м
Неелектричного походження		
Шум	105 дБА	85 дБА
Оцінка умов праці	Шкідливі I категорії	

Розглянемо заповнення пунктів цієї таблиці:

у *графі 1* вказуються відповідний перелік НШВЧ, які впливають на працівників під час робіт з монтажу та/ або експлуатації енергетичного устаткування;

у *графі 2* наводять фактичну кількісну оцінку шкідливого або небезпечного чинника;

у *графі 3* наводять граничнодопустиме значення, яке встановлено у державному нормативно-правовому документі;

в останньому рядку визначається оцінка умов праці відповідно до [2.18].

2.5 Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці

Навести перелік техніко-організаційних заходів з безпеки виконання робіт. Вибрати потрібні ЗІЗ, які обмежують вплив на працівника НШВЧ.

Технічні та організаційні заходи та їх показники наводять у таблиці 2.6.

Технічні та організаційні заходи впроваджують для обмеження впливу НШВЧ, які визначено у табл. 2.5.

Таблиця 2.6. Технічні і організаційні заходи

Вид заходу	Найменування заходу	Опис, показники і характеристики
1	2	3
Приклад заповнення		
Технічні заходи з електробезпеки		
Ізоляція	Робоча струмовідних частин	Полівінілхлорид. $R = 10^{15}$ Ом, $\text{tg}\delta = 0,02$
Огороджувальний засіб	Огорожа трансформатора	Сітчаста, висота 2 м, механічне блокування входу
Організаційні заходи з електробезпеки		
Категорія робіт щодо заходів безпеки	Роботи без напруги.	Наряд-допуск на 10 робочих днів
Технічні заходи щодо виключення інших НШВЧ		
Шум	Звукоізоляція приміщення	Плити з мінеральної вати, товщина 4 мм.
Очищення повітря	Загальна вентиляція припливно-витяжна	Марка «Icurkamet», P=1,5 кВт, висота установки 4 м.

Під час заповнення табл. 2.6 можна керуватися такими положеннями

Графа 1. Записуємо вид заходу або засобу: з електробезпеки (технічні та організаційні); з безпеки експлуатації устаткування під тиском; з безпеки виконання вантажно-розвантажувальних робіт; з обмеження впливу шуму та інші.

Технічні заходи з електробезпеки передбачають використання:

- ізоляції струмовідних частин ЕУ (робоча, подвійна, посилена);
- огорожувальних засобів (бар'єр, оболонка, огорожа);
- блокувальних засобів (електричні, електромагнітні, механічні);
- розміщення знаку безпеки;
- захисного заземлення та інше.

Організаційні заходи передбачають визначення:

- категорії робіт (зі зняттям напруги; без зняття напруги; поблизу або віддалік струмовідних частин ЕУ);
- виду дозвільного документу (наряд-допуск, розпорядження, поточна експлуатація);
- розміщення плакатів безпеки (заборонні, вказівні, застережні, настановні) та інше.

Графа 2. Записуємо вибраний захід або засіб, місце його встановлення.

Графа 3. Надаються опис, показники та характеристики відповідно заходу або засобу.

2.6 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників

Результати вибору потрібних ЗІЗ надати у вигляді таблиці 2.7.

Таблиця 2.7. Перелік засобів індивідуального захисту

Вид ЗІЗ	Призначення	Марка або маркування. Модель. Матеріал.	Гарантований термін використання	Технічні характеристики
1	2	3	4	5
Приклад заповнення				
Захисний одяг	Захист від знижених температур	ТВН «Морозко». Костюм.	2 роки використання	За температури повітря до мінус 25 °С
Захисне взуття	Захист від механічних ушкоджень	МЗ «Електра». Черевики.	6 місяців	Під час переміщення вантажів масою до 15 кг
Захист рук	Захист від механічних ушкоджень	Рукавички, поліестер з бавовною.	5 робочих змін	Під час монтажних робіт
Захист голови	Захист від електричного струму	Каска від механічного впливу. Полікарбонат.	2 роки	Під час робіт з прокладання кабеля
Захист очей	Захист від електричної дуги та ультрафіолетового випромінювання	Закриті подвійні окуляри. Полікарбонат.	2 роки	Під час робіт в ЕУ
Захист органів слуху	Зниження рівня шуму на 10 дБА	«ДПЕ 30». Поліуретан.	12 місяців	Під час роботи з підвищеним звуковим навантаженням
Захист для роботи на висоті	Захист від падіння з висоти	ПН «Верхолаз».	До першого використання	Під час роботи на висоті більш як 1,3 м.

У графі 1 наводять види ЗІЗ, які потрібні до експлуатації в умовах впливу НШВЧ. Передбачається здійснити вибір серед таких ЗІЗ:

- захисний одяг: технологічний, від знижених або підвищених температур, ізолювальний, герметичний, електроізолювальний та інше;
- захисне взуття: чоботи і черевики шкіряні із захисними елементами, діелектричні, з полімерних матеріалів для захисту від хімічних речовин;
- засоби захисту рук: рукавички та рукавиці для захисту: від механічного впливу, підвищених температур, хімічних речовин, вібрацій, від електричної напруги тощо;

- засоби захисту голови: каски загального призначення, для захисту від механічного та електричного впливу;
- засоби захисту очей: окуляри для захисту від: механічних чинників – удар, пил, тверді частки, металеві осколки, пісок; хімічних – бризки і викиди хімічних рідин; випромінювання: термічного, електромагнітного тощо.
- засоби захисту органів дихання: респіратори протипилові або проти аерозольні; протигази з відповідними фільтрами;
- засоби для роботи на висоті: пояси.

У графі 2 вказують, для яких робіт застосовують ЗІЗ.

У графі 3 наводять марки відповідних ЗІЗ, матеріал виготовлення, модель та, конструкцію ЗІЗ.

У графі 4 надають терміни використання та інші показники.

У графі 5 вказують технічні характеристики ЗІЗ.

У разі, якщо роботи здійснюють під напругою або працівники здійснюють включення або виключення діючих ЕУ, потрібно передбачити індивідуальні електрозахисні засоби (ЕЗЗ). Результати вибору потрібних ЕЗЗ надають у табл. 2.8.

Таблиця 2.8. Перелік електрозахисних засобів

Вид ЕЗЗ	Найменування	Технічні характеристики	Призначення і норми випробувань
1	2	3	4
Приклад заповнення			
Електрозахисний засіб індивідуального захисту	Діелектричні рукавички	Для робіт під напругою до 35 кВ	Підключення ЕУ після ремонту. Періодичні випробування - що 6 місяців
Контрольно-сигнальні прилади	Ізолювальні кліщі	Накладання муфт, заміна плавких вставок	0,4-35 кВ Раз у 24 місяці
Захисні пристосування	Захисне переносне заземлення, ізолюючі підставки, плакати безпеки.	Виконання робіт	0,4 – 10 Раз у 24 місяці

Графа 1. Записуємо види ЕЗЗ, які потрібно застосувати у ході виконання робіт. До ЕЗЗ засобів належать:

- індивідуальні (діелектричний комплект, екранувальний комплект, діелектричні рукавички, взуття, каска);
- контрольно-сигнальні прилади (ізолювальні штанги, ізолювальні кліщі, електровимірювальні кліщі, покажчики напруги (контактні та безконтактні), сигналізатори напруги;
- захисні пристосування (захисне переносне заземлення, ізолюючі підставки, плакати безпеки та інше).

Графа 2. Наводимо допустиму напругу або струм та визначаємо до якої категорії належить ЕЗЗ засіб (основний або додатковий).

Графа 3. Пояснюємо коли є потреба у використанні. Наводимо інформацію про норми випробувань.

2.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів

Відповідно до норм з пожежної безпеки на енергетичних об'єктах вибирають первинні засоби для тушіння пожеж (вогнегасник, пожежний інвентар), а також технічні та організаційні – у разі виникнення пожежі або вибуху. Результати вибору наводять у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9. Перелік заходів і засобів з пожежної безпеки

Група заходів	Технічні характеристики	Критерії вибору
1	2	3
Технічні		
Вуглекислотний вогнегасник ВВ-2:	Пересувний, тривалість дії – 25 с, довжина струмені – 5м	У приміщенні, розміщено в коридорах через 70 м.
Блискавкозахист	Сітчастий, на поверхні даху, з кроком 75 см.	II категорія, приміщення з нафтопродуктами
Організаційні		
План дій з попередження пожеж і вибухів	Вимоги до евакуаційних заходів, планах евакуації, забезпечення дотримання протипожежних вимог, виконання приписів і постанов органів державного пожежного нагляду	Відділ з охорони праці
ЗІЗ		
Захисний одяг водонепроникний	ВК «КОМБІ», комбінезон	Багаторазового використання. Термін зберігання – 6 років.
Протигаз	М98 «Scott» з фільтром ХС від монооксиду вуглецю.	Температура зберігання – від 30 °С до 170 °С. Термін зберігання – 15 років

У ході заповнення таблиці наводять таку інформацію:

У графі 1 вказують техніко-організаційні напрями:

- технічні засоби: первинні засоби до тушіння пожеж за (вогнегасник, пожежний інвентар); блискавкозахист будівель; протипожежне водопостачання; автоматична система пожеже тушіння та інші;
- організаційні заходи: підготовка плану дій з попередження пожеж і ліквідації їх наслідків; навчання та тренінги; перевірка горючих матеріалів, ізоляції, засобів пожеже тушіння та інше;
- ЗІЗ для добровільної команди з пожежного тушіння на енергетичному об'єкті: захисний одяг водонепроникний; захисний одяг від нафтопродуктів; захисний одяг від хімічно-активних речовин; саморятівники під час пожежі; протигаз з фільтром від монооксиду вуглецю.

У графі 2 наводять марку і технічні характеристики засобів для тушіння пожежі.

У графі 3 пояснюють способи застосування, потреби у використанні, місце розміщення, кількість, відповідальних виконавців та інші показники.

2.8 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації

Розрахунок виконують до одного з вибраних у табл. 2.6 або табл. 2.9 технічного заходу або заходу із запобігання виникнення пожеж. Результати розрахунку наводять в табл. 2.6 або 2.9.

Після заповнення відповідних даних у табл. 2.1–2.9 для закінчення розділу потрібно написати **ВИСНОВКИ** та перелік посилань на використані літературні джерела.

Висновки. У висновку наводять основні результати, які отримано у ході виконання кожного підрозділу розділу. Відображають найбільш важливі наукові та практичні результати, одержані в роботі. У висновках необхідно наголосити на якісних та кількісних показниках здобутих результатів, обґрунтувати достовірність результатів.

Перелік посилань на використані літературні джерела розміщують у порядку згадування джерел у тексті за їх загальною наскрізною нумерацією. Бібліографічний опис джерел складають відповідно до чинних стандартів з бібліотечної та видавничої справи. Посилання на літературу в тексті роботи розміщують у квадратних дужках після відповідної цитати, наприклад [12]. «12» – це номер у загальному списку посилань дипломного проекту.

Список рекомендованих джерел

1. Основна література

1.1 Третякова Л.Д., Литвиненко Г.Є. Засоби індивідуального захисту: виготовлення та застосування: навчальний посібник. Київ: Лібра, 2008. 317 с.

1.2 Ткачук К.Н., Зацарний В.В., Третякова Л.Д., Мітюк Л.О. Охорона праці і промислова безпека: навчальний посібник. Київ: Лібра, 2010. 425 с.

1.3 Жидецький В.Ц., В.М. Джигирей, В.С. Сторожук. Практикум з охорони праці: навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 348 с.

1.4 Третякова Л.Д., І. І. Чернушак, Т.Є.Луц. Розрахунок штучного освітлення. Методичні вказівки до виконання розрахункових завдань на практичних заняттях з дисципліни «Основи охорони праці». Київ: НТУУ «КПІ», 2013. 76 с.

2. Державні стандарти та нормативно-правові документи

2.1 ДСТУ 3008:2015. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2016. 25 с.

2.2 ДСТУ ISO 80000-1:2016 в частині розділів 1-6; ДСТУ ISO 80000-5:2016 в частині додатка А.4

2.3 ДСТУ 3582:2013. Бібліографічний опис. Скорочення слів і словосполучень українською мовою. Загальні вимоги та правила. Вид. офіц. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. 15 с.

2.4 ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2016. 16 с.

2.5 ДБН В.2.2-15-2005. Державні будівельні норми. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 6 с.

2.6 ДБН В.2.2-9-99. Державні будівельні норми. Громадські будинки і споруди. Основні положення. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 1999. 25 с.

2.7 ДБН В.2.5-56:2014. Державні будівельні норми. Системи протипожежного захисту. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2014. 34 с.

2.8 НАПБ А.01001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2014. 45 с.

2.9 ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2016. 33 с.

2.10 ДБН В.1.2-7-2008. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2008, 25 с.

- 2.11 НПАОП 0.00-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці: наказ від 26.01.2005 р. № 15. Вид. офіц. Київ: Держнагляд охорони праці, 2005. 15 с.
- 2.12 НПАОП 0.00-1.15-07. Правилами охорони праці під час виконання робіт на висоті: наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 27.03.2007 №62. Вид. офіц. Київ: Держнагляд охорони праці, 2007. 25 с .
- 2.13 НПАОП 63.21-1.22-07. Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт. Вид. офіц. Київ: Держнагляд охорони праці, 2007. 35 с.
- 2.14. ДСТУ 2293:2014 Охорона праці. Терміни та визначення Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2014. 26 с.
- 2.15. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 1999. 56 с.
- 2.16. ДБН В.2.5-28-2006. Державні будівельні норми. Природне і штучне освітлення. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2006. 67 с.
- 2.17. ДСанПіН 3.3.2.007–98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 1998. 26 с.
- 2.18. ГН 3.3.5-8-6.6.1-2014. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу: наказ від 08.04.2014.м. N 248. Вид. офіц. Київ: Держнагляд охорони праці, 2014. 85 с.
- 2.19. ДСП 2019. Державні санітарні норми по охороні атмосферного повітря населених пунктів (від забруднення хімічними та біологічними речовинами). Вид. офіц. Київ: Держнагляд охорони праці, 2019. 35 с.
- 2.20. ДСанПіН 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів. Вид. офіц. Київ: Держнагляд охорони праці, 2002. 38 с.
- 2.21. ДСНіП 239-96. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання. Вид. офіц. Київ: Держнагляд охорони праці, 1996. 35 с.
- 2.22. ДСН 3.3.6.037-99. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Вид. офіц. Київ: Держнагляд охорони праці, 1996. 15 с.
- 2.23. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Вид. офіц. Київ: Держнагляд охорони праці, 1999. 35 с.

- 2.24. ДСП 201-97. Державні санітарні норми по охороні атмосферного повітря населених пунктів (від забруднення хімічними та біологічними речовинами). Вид. офіц. Київ: Держнаглядохоронпраці, 1997. 25 с.
- 2.25. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України: Вид. офіц. Київ, МОЗ України, 2005. 40 с.
- 2.26. ДГН 6.6.1–6.5.001–98. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ–97). Державні гігієнічні нормативи. Вид. офіц. Київ: Комітет з питань гігієнічного регламентування. Національна комісія з радіаційного захисту населення України, 2000. 135 с.
- 2.27. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ-2018). Вид. офіц. Харків: Форт, 2018. 458 с.
- 2.28. НПАОП 0.00-1.81-18. Правила будови і безпечної експлуатації посудин що працюють під тиском. Вид. офіц. Київ: Міністерство енергетики, 2018. 85 с.
- 2.29. ДНАОП 1.1.10-1.01-97. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів напругою до 500 кВ. Вид. офіц. Київ: Міністерство енергетики, 1998. 105 с.
- 2.30. ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів напругою до 220 кВ. Вид. офіц. Київ: Міністерство енергетики, 1998. 55 с.
- 2.31. ГКД 34.20.507-2003. Правила технічної експлуатації електричних станцій і мереж. Правила. Київ: Об'єднання енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики», 2019. 598 с.
- 2.32. ДСТУ EN 529:2006. Засоби індивідуального захисту органів дихання. Рекомендації щодо вибору, використанню, догляду і обслуговуванню. Настанова EN 529:2005, ІДТ. Введено у дію 01.10.2007. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2006. 26 с.
- 2.33. ДСТУ ISO 13688:2001. Одяг захисний. Загальні вимоги. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2002. 6 с.
- 2.34. НПАОП 0.00-3.23-18. Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту для працівників підприємств електроенергетичної галузі. Вид. офіц. Київ: Держпраці, 2018. 25 с.
- 2.35. ДСТУ 7239:2011. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2011. 6 с.
- 2.36. ДНАОП 1.1.10-1.07-01. Правила експлуатації електрозахисних засобів. Вид. офіц. Київ: Міністерство енергетики, 2002. 46 с.
- 2.37. ДБН В.2.5-23-2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. Вид. офіц. Київ: Міністерство енергетики, 2010. 55 с.

2.38 СНіП 2.04.05.91. Державні санітарні правила і норми. Опалення, вентиляція і кондиціювання повітря. II Вид. офіц. Київ: Міністерство енергет., 2010. 76 с.

2.39.НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями Вид. офіц. Київ: Мінсоцполітики, 2018. 29 с.

Додатки

Додаток А. Категорії приміщень і будівель за пожежною небезпекою.

Класифікація пожежонебезпечних та вибухонебезпечних зон

Група горючості речовини. За цим показником всі речовини та матеріали поділяються на негорючі, важкогорючі та горючі.

Негорючі — речовини та матеріали не здатні до горіння на повітрі нормального складу. Це неорганічні матеріали, метали, гіпсові конструкції.

Важкогорючі — це речовини та матеріали, які здатні до займання в повітрі від джерела запалювання, однак після його вилучення не здатні до самостійного горіння. До них належать матеріали, які містять горючі та негорючі складові частини. Наприклад, асфальтобетон, фіброліт.

Горючі — речовини та матеріали, які здатні до самозаймання, а також займання від джерела запалювання і самостійного горіння після його вилучення.

До них належать всі органічні матеріали. В свою чергу горючі матеріали поділяються на легкозаймисті, тобто такі, які займаються від джерела запалювання незначної енергії (сірник, іскра) без попереднього нагрівання та важкозаймисті, які займаються від порівняно потужного джерела запалювання.

За температурою спалаху розрізняють:

– легкозаймисті рідини — рідини, які мають температуру спалаху, що не перевищує 61 °С у закритому тиглі (бензин, ацетон, етиловий спирт).

– горючі рідини — рідини, які мають температуру спалаху понад 61 °С у закритому тиглі або 66 °С у відкритому тиглі (мінеральні мастила, мазут, формалін).

Пожежна та вибухонебезпечність об'єкта

Категорії приміщень та будівель за вибухопожежною та пожежною небезпекою (табл. 1А).

Відповідно до НАПБ Б.03.002 – 2007 приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою поділяються на п'ять категорій (А, Б, В, Г, Д).

Таблиця А1. Категорії приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою

Категорія приміщення	Характеристика речовин і матеріалів, що знаходяться (обертаються) у приміщенні
1	2
А Вибухопожежно-небезпечна	Горючі гази (ГГ), легкозаймисті рідини (ЛЗР) з температурою спалаху не більше 28°С у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні газопароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, який перевищує 5 кПа. Речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним, у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа
Б Вибухопожежно-небезпечна	Горючий пил, волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28°С, горючі рідини (ГР) в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, що перевищує 5 кПа
В Пожежонебезпечна	Горючі гази (ГГ), легкозаймисті, горючі і важкогорючі рідини, а також речовини та матеріали, які здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним вибухати і горіти або тільки горіти; горючий пил і волокна, тверді горючі та важкогорючі речовини і матеріали, за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (обертаються), не відносяться до категорій А, Б і питома пожежна навантага для твердих і рідких легкозаймистих та горючих речовин на окремих ділянках ¹ площею не менше 10 м ² кожна перевищує 180 МДж/м ² ²
Г	Негорючі речовини і матеріали у гарячому, розпеченому або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор та полум'я; горючі гази (ГГ), рідини та тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо
Д	Речовини і матеріали, що вказані вище для категорій приміщень А, Б, В (крім горючих газів) у такій кількості, що їх питома пожежна навантага для твердих і рідких горючих речовин на окремих ділянках площею не менше 10 м ² кожна не перевищує 180 МДж/м ² , а

	також, негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані, за умови, що приміщення, в яких знаходяться (обертаються) вищевказані речовини і матеріали, не відносяться до категорій А, Б і В
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Класифікація вибухо- та пожежонебезпечних приміщень (зон) відповідно до правил улаштування електроустановок (ПУЕ)

Головним заходом запобігання пожеж і вибухів від електрообладнання є правильний вибір і експлуатація обладнання у вибухо- і пожежонебезпечних приміщеннях. Згідно з ПУЕ, приміщення поділяються на вибухонебезпечні (В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa) і пожежонебезпечні (П-I, П-II, П-IIa, П-III) зони.

Вибухонебезпечна зона – це простір, в якому є або можуть з'явитися вибухонебезпечні суміші.

Пожежонебезпечна зона – це простір, де можуть знаходитися горючі речовини як при нормальному технологічному процесі, так і при можливих його порушеннях.

Клас В-I – зони приміщень, в котрих виділяються горючі гази¹ і пари в такій кількості і з такими властивостями, що можуть створювати з повітрям або іншими окислювачами вибухонебезпечні суміші при нормальних нетривалих режимах роботи.

Клас В-Ia – зони приміщень, в котрих вибухонебезпечна концентрація газів і пари можлива лише внаслідок аварії або несправності.

Клас В-Iб – такі самі зони, що й класу В-Ia, але мають такі особливості:

- горючі гази мають високу нижню концентраційну межу поширення полум'я (15% і більше) та різкий запах;
- при аварії в цих зонах можливе утворення лише місцевої вибухонебезпечної концентрації, яка поширюється на об'єм, не більший 5% загального об'єму приміщення (зони);
- горючі гази і рідини використовуються у невеликих кількостях без застосування відкритого полум'я, у витяжних шафах або під витяжними зонтами.

Згідно з ПУЕ, якщо об'єм вибухонебезпечної суміші перевищує 5% вільного об'єму приміщення, то все приміщення належить до відповідного класу вибухової небезпеки. Якщо об'єм вибухонебезпечної суміші дорівнює або менший 5% вільного об'єму приміщення, то вибухонебезпечною вважається

зона приміщення в межах до 5 м по горизонталі і вертикалі від технологічного апарата, від якого можливе виділення горючих газів або пари ЛЗР. Приміщення за межами вибухонебезпечної зони вважається вибухобезпечним, якщо немає інших факторів, які утворюють вибухонебезпечність.

Клас В-Іг — зовнішні установки, які містять вибухонебезпечні гази, пари, рідини, при цьому вибухонебезпечна концентрація може утворюватися лише внаслідок аварії або несправності.

Клас В-ІІ — зони приміщень, де можливе утворення вибухонебезпечних концентрацій пилу або волокон з повітрям або іншим окислювачем при нормальних, нетривалих режимах роботи.

Клас В-Іа — зони, аналогічні зонам класу В-ІІ, де вибухонебезпечна концентрація пилу і волокон може утворюватися лише внаслідок аварії або несправності.

Клас ІІ-І — зони приміщень, в котрих застосовуються або зберігаються горючі рідини з температурою спалаху вище 61 °С.

Клас ІІ-ІІ — зони приміщень, де виділяється горючий пил або волокна з нижньою концентраційною межею поширення полум'я понад 65 г/м³ об'єму повітря, або вибухонебезпечного пилу, вміст котрого в повітрі приміщень не досягає вибухонебезпечних концентрати.

Клас ІІ-Іа — зони приміщень, в котрих є тверді або волокнисті горючі речовини. Горючий пил і волокна не виділяються.

Клас ІІ-ІІІ — зовнішні установки, де застосовуються або зберігаються горючі рідини з температурою спалаху пари понад 61 °С, а також тверді горючі речовини.

Клас зони визначають технологи спільно з електриками проектною або експлуатаційною організацією, виходячи з характеристики навколишнього середовища.

Додаток В. Методика розрахунку захисного заземлювального пристрою електроустановок напругою більш як 1 000 В

1 Вихідні дані для розрахунку заземлювального пристрою

Вибір конструкції і розрахунок опору заземлювального пристрою (ЗП) виконують за наявності такої вихідної інформації:

- напруга електроустановки (ЕУ), що заземлюється;
- струм замикання на землю $I_{зз}$ або дані для його розрахунку (в ЕУ напругою більш як 1 кВ);
- сумарна потужність джерела живлення (ДЖ);
- план розміщення устаткування у мірилі з потрібними розмірами;
 - відомості про ґрунти, де потрібно розміщувати заземлювачі (питомий опір, вид ґрунту);
- відомості про природні заземлювачі (вид, геометричні розміри, питомий опір ґрунту або опір природних заземлювачів);
- час вимкнення напруги релейним захистом (максимальний струмовий захист) $-t_c$ (в ЕУ напругою більш як 1 кВ з ефективно заземленою нейтраллю).

2 Попередні Розрахунки

2.1 Визначення допустимого опору

Допустимий опір розтікання струму у ЗП $R_{\text{доп}}$

визначають за інформацією, наведеною у [1.2]. У розрахунках можна прийняти величину $R_{\text{доп}}$ залежно від напруги: у мережах з напругою 0,38 кВ – 10 Ом і 10 кВ – 4 Ом; у мережах з напругою 110 кВ – 0,5 Ом.

Визначення допустимого опору ЗП допускають за формулою:

$$R_{\text{доп}} \leq U_{\text{д}}(t_c) / (I_{\text{зз}} \cdot \alpha_1),$$

де $U_{\text{д}}$ – допустима напруга дотику (табл. В1); α_1 – коефіцієнт напруги дотику ($\alpha < 1$).

Таблиця В1. Допустимі значення напруги дотику в електроустановках з глухозаземленою або ефективно заземленою нейтраллю

Тривалість дії (не більш як), t_c , с	0,1	0,2	0,5	0,7	0,9	1,0...5,0
-----------------------------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----------

Напруга дотику, U_d , В	500	400	200	130	100	65
---------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	----

2.2 Визначення опору природних заземлювачів

Як природні заземлювачі можна використовувати:

- металеві конструкції та арматуру залізобетонних конструкцій, котрі контактують із землею;
- прокладені у землі водогінні труби;
- обсадні труби артезіанських свердловин та колодязів.

Опір природних заземлювачів $R_{\text{ПР}}$ визначають або за експериментальними даними або за формулами, наприклад, для природних заземлювачів круглого перерізу (кабель, трубопровід):

$$R_{\text{ПР}} = \frac{\rho}{(2\pi l)} \cdot \ln(l^2 / (d \cdot t)),$$

де l – довжина заземлювача, м; d – діаметр заземлювача, м; t – глибина від поверхні землі до середини заземлювача, м.

Далі виконують співставлення опорів природних заземлювачів і допустимого, який визначають залежно від напруги і умов експлуатації ЕУ:

– якщо $R_{\text{ПР}} \leq R_{\text{ДОП}}$, то штучні заземлювачі не потрібні (окрім спеціальних умов праці);

– якщо $R_{\text{ПР}} > R_{\text{ДОП}}$, то потрібно встановлювати штучні заземлювачі $R_{\text{ШТ}}$ з опором:

$$R_{\text{ШТ}} = R_{\text{ПР}} \cdot R_{\text{ДОП}} / (R_{\text{ПР}} - R_{\text{ДОП}});$$

– якщо природні заземлювачі відсутні або їх не можна використовувати за вимогами безпеки експлуатації, то $R_{\text{ШТ}} \leq R_{\text{ДОП}}$.

У подальших розрахунках визначаємо опір штучного ЗП $R_{\text{ШТ}}$.

3 Вибір методу розрахунку штучних заземлювачів

Можна використовувати два методи розрахунку заземлювачів:

- метод коефіцієнта використання електродів, який застосовують під час розрахунку простих заземлювачів з для ЕУ усіх рівнів напруги; приймають одношарову структуру ґрунту;

– метод наведених потенціалів, який застосовують для розрахунку складних заземлювачів з $R_{шт} < 2$ Ом для ЕУ з напругою більш як 1 кВ з великим $I_{зз}$; приймають двошарову структура ґрунту.

4 Розрахунок заземлювального пристрою за методом коефіцієнта використання електродів

Розрахунок ЗП за методом коефіцієнта використання електродів виконують за таким алгоритмом (враховуючи, що пункти 1, 2 і 3 виконано).

4.1 Вибір виду і розміщення заземлювачів

Конструкцію ЗП створюють сукупністю вертикальних заземлювачів (ВЗ), які електрично з'єднані за допомогою горизонтального заземлювача (ГЗ). ВЗ розміщують у низку або у контурі на відстані 0,8...1 м від фундаменту ЕУ чи приміщення (рис. В1) або на деякій відстані від ЕУ (виносні ЗП).

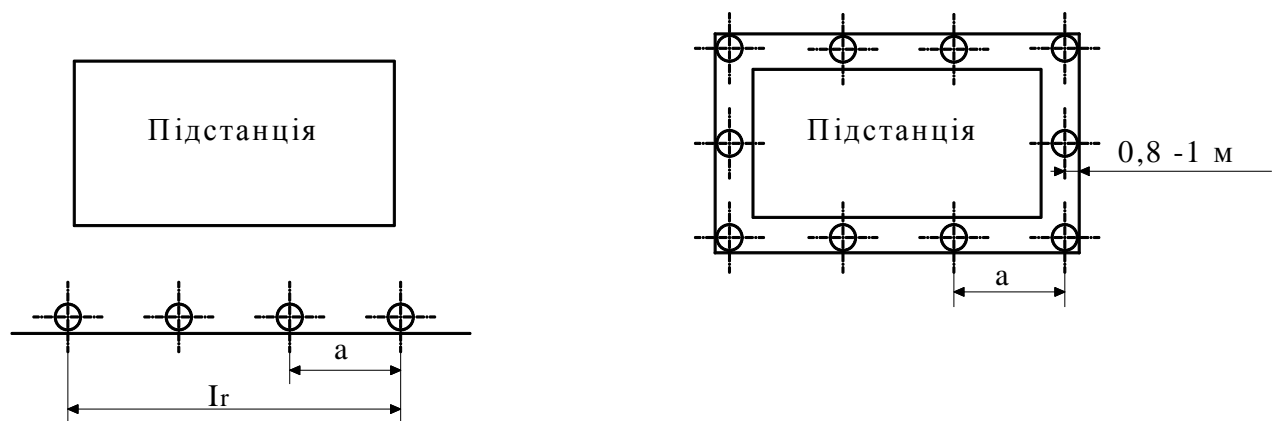


Рис. В1. План розміщення електродів заземлювача:

а – ВЗ розміщені у низці; б – ВЗ розміщені у контурі.

4.2 Вибір металоконструкції заземлювача

Як ВЗ виконують: сталеві труби діаметром 35 мм та 50 мм з товщиною стінок не менш як 3,5 мм і довжиною 2,5 або 3 м; прутки зі сталі круглого перерізу діаметром не менш як 10 мм, довжиною 3, 4 або 5 м; сталь у вигляді кутника (40x40, 60x60) з товщиною стінок не менш як 3,5 мм і довжиною 2,5 та 3 м.

Для з'єднання ВЗ застосовують ГЗ, які виконуються зі сталі круглого перерізу чи прямокутного перерізу з перетином (4x12) мм, довжиною від 10 до 50 м.

4.3 Визначення розрахункового питомого опору ґрунту

Розрахунковий питомий опір ґрунту $\rho_{\text{розр}}$ визначають у такій послідовності:

- якщо задано вид ґрунту, $\rho_{\text{табл}}$ вибираємо згідно з табл. А2;
- $\rho_{\text{розр}}$ визначаємо за формулою:

$$\rho_{\text{розр}} = \rho_{\text{табл}} \cdot \psi_i,$$

де ψ_i – коефіцієнт сезонності (більше 1), залежить від вологості ґрунту і довжини електродів. Для ВЗ довжиною 3 або 5 м коефіцієнти сезонності наведено у табл. В2, для ГЗ коефіцієнти сезонності наведено у табл. В3.

Таблиця В2. Питомий опір ґрунту та коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів

Вид ґрунту	Питомий опір ґрунту, Ом·м		Коефіцієнт сезонності		
	Інтервальна оцінка	Рекомендоване значення до розрахунків	ψ_1	ψ_2	ψ_3
Глина	8...70	60	1,6	1,3	1,2
Гравій, щебінь	1600...2100	2000	1,6	1,3	1,2
Кам'янистий ґрунту	500...8000	4000	1,6	1,3	1,2
Лес	100...320	250	1,6	1,3	1,2
Пісок	400...2500	500	2,4	1,56	1,2
Садова земля	30...60	50	2,4	1,3	1,2
Скелястий ґрунт	$10^4...10^7$	10^7	2,4	1,3	1,2
Суглинок	40...150	100	2,0	1,5	1,4
Супісок	150...400	300	2,0	1,5	1,4
Торф	8...21	20	1,4	1,1	1
Чорнозем	10...55	30	1,4	1,3	1,2

Примітка: ψ_1 – за великої вологості (>80 %); ψ_2 – за середньої вологості (40...80 %); ψ_3 – за сухого ґрунту (< 40 %).

Таблиця В3. Коефіцієнт сезонності для горизонтальних заземлювачів

Довжина електроду	Вологість ґрунту		
	Велика	Середня	Мала
10 м	5,9	3,5	2,5
50 м	4,8	3,0	2,4

4.4 Вибір розміщення заземлювачів відносно поверхні землі

Заземлювачі можна розміщувати біля поверхні землі (рис. В2). Такі заземлювачі рекомендують використовувати тільки як тимчасові і не рекомендують для стаціонарних через те, що верхній шар ґрунту на певну глибину взимку промерзає, а влітку підсихає. Збільшення питомого опору цього шару і частини ВЗ, яка знаходиться у цьому шарі ґрунту, та ГЗ, який повністю знаходиться у ґрунті з великим питомим опором, призводить до неефективного їх використання.

Заземлювачі можна заглибити глибше зони промерзання ґрунту, що становить 0,7...0,8 м (рис. А2).

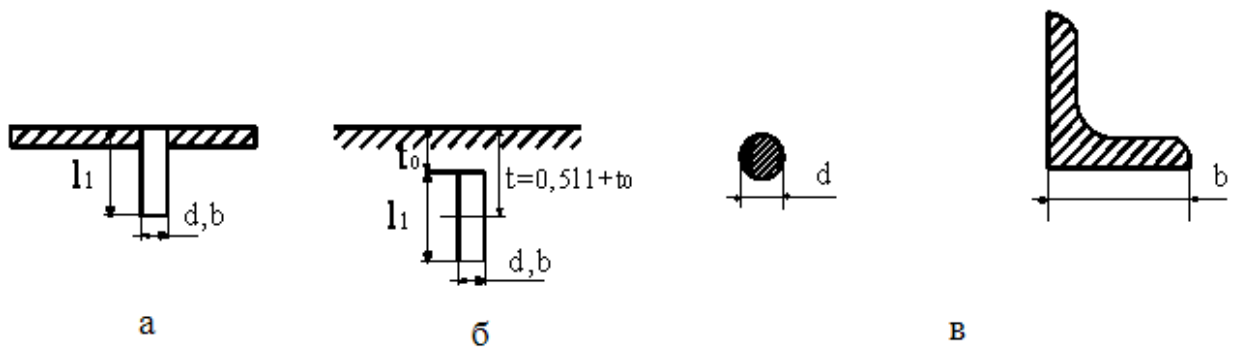


Рис. В2. Розміщення ВЗ у ґрунті (а, б), перерізи ВЗ (в):

l_1 – довжина вертикального заземлювача (стержня або труби); t_0 – глибина закладання вертикального заземлювача; t – відстань від поверхні ґрунту до середини вертикального заземлювача; d – діаметр вертикального заземлювача; b – розмір боку кутника.

Таке розміщення заземлювачів рекомендують для стаціонарних ЗП, тому що вся металоконструкція знаходиться у ґрунті з приблизно однаковим значенням питомого опору.

4.5 Розрахунок опору розтікання струму вертикального заземлювача

Опір розтікання струму одного ВЗ, який розміщено заглиблено, визначаємо за формулами:

– круглого перерізу

$$R_{ВЗ} = \frac{\rho_{розр}}{2 \cdot \pi \cdot l_1} \left(\ln \frac{2 \cdot l_1}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + l_1}{4t - l_1} \right),$$

де $\rho_{розр}$ – розрахунковий питомий опір ґрунту для ВЗ, Ом·м; l_1 – довжина ВЗ, м; d – діаметр, м; t – відстань від поверхні ґрунту до середини ВЗ, м, яку визначають за формулою:

$$t = t_0 + l_1 / 2,$$

де t_0 – відстань від поверхні ґрунту, м;

– кутникового перерізу

$$R_{В1} = \frac{\rho_{розр}}{2 \cdot \pi \cdot l_1} \left(\ln \frac{2,1 \cdot l_1}{b} + \frac{1}{2} \ln \frac{4,2t + l_1}{4,2t - l_1} \right).$$

Опір розтікання струму одного ВЗ, який розміщено біля поверхні ґрунту, визначаємо за формулами:

– круглого перерізу

$$R_{В1} = \frac{\rho_{розр}}{(2\pi l_1)} \cdot \ln(4l_1 / d);$$

– кутникового перерізу

$$R_{В1} = \frac{\rho_{розр}}{(2,1\pi l_1)} \cdot \ln(4,2l_1 / b).$$

У разі, якщо $R_{В1} \leq R_{шт}$, то достатньо одного електрода.

У разі, якщо $R_{В1} > R_{шт}$, то потрібно паралельно сполучити декілька ВЗ.

4.6 Визначення потрібної кількості вертикальних заземлювачів

Потрібну кількість ВЗ визначаємо за формулою:

$$n' = R_{В1} / (R_{шт} \eta_e),$$

де $\eta_e \leq 1$ – коефіцієнт екранування (використання) заземлювачів, який враховує взаємний вплив ВЗ залежно від їх кількості, способу їх розміщення (у низку чи у контурі) і густини розміщення, яка визначається співвідношенням (a/l_1), де a – відстань між ВЗ, м.

У попередніх розрахунках приймаємо $a = 1$, а потім для отриманого значення n' за таблицею В4 вибираємо фактичне значення коефіцієнту екранування.

Таблиця В4. Коефіцієнт екранування ВЗ

Кількість заземлювачів	Відношення (a/l_1)					
	У низку			За контуром		
	1	2	3	1	2	3
2	0,85	0,91	0,94	-	-	-
3	0,73	0,83	0,89	0,69	0,78	0,85
4	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,80
10	0,59	0,74	0,81	0,57	0,68	0,76
20	0,48	0,67	0,76	0,47	0,63	0,71
40	-	-	-	0,41	0,58	0,66
60	-	-	-	0,39	0,55	0,64
100	-	-	-	0,36	0,52	0,62

Отриману кількість ВЗ n' округляють до цілого числа n і знаходять фактичний коефіцієнт екранування η_{ef} .

4.7 Визначення довжини горизонтального заземлювача

Визначаємо відстань між ВЗ з співвідношення (a/l_1) , яке може дорівнювати 1, 2 або 3. За визначеного у п. 4.2 значення l_1 , розраховуємо величину a .

Довжину ГЗ l_{Γ} визначають залежно від умов розташування:

– у разі розміщення ВЗ у низку

$$l_{\Gamma} = a(n-1);$$

– у разі розміщення ВЗ у контурі

$$l_{\Gamma} = 2(L+D) \approx a \cdot n,$$

де L, D – довжина і ширина території, яка підлягає заземленню, м.

4.8 Визначення опору струму розтікання горизонтального заземлювача

Визначаємо опір струму розтікання ГЗ R_{Γ} , розміщеного у ґрунті круглого перерізу електроду

$$R_{\Gamma} = \frac{\rho_{\text{розр.г}}}{(2\pi l_{\Gamma})} \cdot \ln(l_{\Gamma}^2 / (d_{\Gamma} \cdot t_{\Gamma}))$$

де $\rho_{\text{розр.г}}$ – розрахунковий питомий опір ґрунту ГЗ, Ом·м; t_{Γ} – відстань від поверхні ґрунту до середини ГЗ, м; d – діаметр ГЗ, м.

Розрахунковий питомий опір ґрунту ГЗ визначають за даними табл. В3.

4.9 Визначення еквівалентного опору струму розтікання штучного заземлювального пристрою

Еквівалентний опір струму розтікання штучного ЗП визначаємо як опір паралельно з'єднаних n ВЗ і ГЗ

$$R_{\text{шт}}' = \frac{R_{\text{ВЗ}} \cdot R_{\Gamma}}{(R_{\text{ВЗ}} \cdot \eta_{\text{Геф}} + R_{\Gamma} \cdot n \cdot \eta_{\text{Веф}})}$$

де $\eta_{\text{Веф}}$ – фактичний коефіцієнт екранування ВЗ, який визначено у п. 4.7; $\eta_{\text{Геф}}$ – коефіцієнт використання ГЗ з урахуванням ВЗ (табл. В5).

Таблиця В5. Коефіцієнт екранування горизонтальних заземлювачів

Відношення a/l_1	Кількість ВЗ							
	2	4	6	10	20	40	60	100
Землювачі розташовано у низку								
1	0,85	0,77	0,72	0,62	0,42	-	-	-
2	0,94	0,80	0,84	0,75	0,56	-	-	-
3	0,96	0,92	0,88	0,82	0,68	-	-	-
Заземлювачі розташовано у контурі								
1	-	0,45	0,40	0,34	0,27	0,22	0,20	0,19
2		0,55	0,48	0,40	0,32	0,29	0,27	0,23
3		0,70	0,64	0,56	0,45	0,39	0,35	0,33

Отримане значення опору штучного ЗП не повинно перевищувати значення $R_{шт}$, яке визначено у п. 2.1.

$$R_{шт}' \leq R_{шт}.$$

Якщо $R_{шт}' > R_{шт}$, то потрібно змінити металоконструкцію ЗП і знову виконати розрахунок.

4.10 Визначення еквівалентного опору захисного заземлювального пристрою

Еквівалентний опір захисного ЗП загалом (з урахуванням природних і штучних заземлювачів) визначаємо як паралельно з'єднані опори штучного і природного заземлювачів за формулою:

$$R_3' = R_{шт}' R_{пр} / (R_{шт}' + R_{пр}).$$

Отримане значення R_3' не повинно перевищувати допустиме значення:

$$R_3' \leq R_{доп}.$$

4.11 Креслення загального виду захисного заземлення

Графічна частина розрахунку передбачає укладення плану захисного ЗП з прив'язкою до розмірів об'єкта проектування, заземлювального устаткування, конструкції заземлювачів та їхнього розташування.

Додаток С. Методика розрахунку захисного заземлення електроустановок напругою до 1 000 В з глухозаземленою нейтраллю

1 Вихідні дані для розрахунку заземлення

Алгоритм розрахунку заземлення у мережах напругою до 1 000 В з глухозаземленою нейтраллю (система TN) має таку послідовність:

- розрахунок на вимикаючу здатність ;
- розрахунок напруги на корпусі ЕУ за тривалістю спрацьовування пристрою максимального струмового захисту (МСЗ);
- розрахунок функціонального заземлення;
- розрахунок повторного заземлення.

Вибір конструкції і розрахунок опору захисного заземлення виконують за наявності такої вихідної інформації:

- напруга мережі;
- конструктивні параметри електричної мережі: вид ліній, матеріал провідників, довжина і площа перерізу провідників ділянок;
- дані про пристрої максимального струмового захисту: вид, $I_{\text{ном}}$;
- дані про трансформатор джерела живлення: вид, напруга, схема з'єднання обмоток, розрахунковий опір.

2 Розрахунок на вимикаючу здатність

Такий розрахунок передбачає розрахунок струму однофазного короткого замикання $I_{\text{КЗ}}$ і співставлення отриманої величини зі значенням номінального струму спрацьовування МСЗ.

Захисне заземлення застосовують у трифазних п'яти (чотири) проводних мережах напругою до 1 000 В з глухозаземленою нейтраллю. Призначення захисного проводу – створення для струму короткого замикання ланки з малим опором для швидкого вимкнення від мережі установки з порушеною ізоляцією. Вимкнення відбувається за умови:

- під час використання плавких вставок

$$I_{\text{КЗ}} \geq K_{\text{с.доп}} I_{\text{номМЗС}} \geq 3I_{\text{пл.вст}}^{\text{ном}}$$

де $K_{\text{с.доп}}$ – допустима кратність струму однофазного короткого замикання;

$I_{\text{пл.вст}}^{\text{ном}}$ – номінальний струм плавкої вставки;

- під час використання автоматичного пристрою, який відмикає струм короткого замикання

$$I_{\text{КЗ}} \geq 1,25 I_{\text{авт}}^{\text{НОМ}},$$

де $I_{\text{авт}}^{\text{НОМ}}$ – номінальний струм автоматичного пристрою.

Розрахункова формула для визначення $I_{\text{КЗ}}$ має вигляд:

- для системи електропостачання:

$$I_{\text{КЗ}} = U_{\text{ф}} / \sqrt{(r_{\text{ф}} + r_{\text{РЕ}} + r_{\text{ТР}})^2 + (x_{\text{ф}} + x_{\text{РЕ}} + x_{\text{ТР}})^2},$$

де $U_{\text{ф}}$ – фазна напруга, В; $r_{\text{ф}}$, $r_{\text{н}}$, $r_{\text{ТР}}$ – відповідно активний опір фазного, нульового проводів і трансформатора, Ом; $x_{\text{ф}}$, $x_{\text{н}}$, $x_{\text{ТР}}$ – відповідно реактивний опір фазного, нульового проводів і трансформатора; $r_{\text{РЕ}}$, $x_{\text{РЕ}}$ – відповідно активний і реактивний опори захисного проводу.

- для повітряних мереж (ПЛ):

$$I_{\text{КЗ}} = U_{\text{ф}} / \left(\sqrt{(r_{\text{ф}} + r_{\text{РЕ}})^2 + (x_{\text{ф}} + x_{\text{РЕ}} + x_{\text{ЗВ}})^2} + Z_{\text{ТР}} / 3 \right),$$

де $x_{\text{ЗВ}}$ – зовнішній реактивний опір петлі фаза-нуль; $Z_{\text{ТР}}$ – повний опір трансформатора, Ом (табл. С1, С2);

- для кабельних мереж (КЛ):

$$I_{\text{КЗ}} = U_{\text{ф}} / (r_{\text{ф}} + r_{\text{РЕ}} + (r_{\text{ТР}} / 3)).$$

Таблиця С1. Повний опір масляних трансформаторів

Потужність трансформатору, кВА	$Z_{\text{ТР}}$ при схемі з'єднання обмоток	
	зірка	трикутник
25	3,11	0,91
40	1,95	0,56
63	1,24	0,36
100	0,80	0,23
160	0,49	0,14
250	0,31	0,09
400	0,195	0,06
630	0,13	0,04
1000	0,08	0,03

Примітка: Первина напруга 6, 10 кВ, вторинна напруга 400/230 В.

Таблиця С2. Повний опір сухих трансформаторів

Потужність трансформатору, кВА	$Z_{тр}$ при схемі з'єднання обмоток	
	зірка	трикутник
160	-	0,165
180	0,450	-
250	-	0,105
320	0,183	-
400	-	0,066
560	0,132	-
630	-	0,042
750	0,108	-
1000	-	0,027

Примітка: Первина напруга 6, 10 кВ, вторинна напруга 400/230 В; у разі використання трансформаторів з вторинною напругою U_{ϕ}' , яка відрізняється від 230 В, наведений розрахунковий опір необхідно помножити на коефіцієнт $(U_{\phi}'/230)^2$.

Активний і зовнішній реактивні опори фазного і захисного або нульового провідників, виконаних з кольорових металів, знаходять за величинами погонного опору r' і x_s' (табл. С3) і довжини – l , м: $r = r'l$; $x = x'l$. Активний опір фазного і захисного (нульового) провідників, виконаних з кольорових металів, визначають за формулою:

$$r = \sum_{i=1}^n (\rho_i \cdot l_i) / S_i,$$

де ρ_i – питомий опір матеріалу проводів (міді – 0,00175 (Ом·мм²)/м, алюмінію – 0,0028 (Ом·мм²)/м, сталі – 0,1 (Ом·мм²)/м); l_i – довжина ділянки проводу одного матеріалу та одного перерізу; S_i – площа поперечного перерізу проводу.

Таблиця С3. Активні та індуктивні опори повітряних і кабельних ліній

Площа перерізу, мм ²	Активний опір, Ом/км		Індуктивний опір ПЛ, Ом/км, за середньої відстані між проводами, мм					Індуктивний опір КЛ, Ом/км
	Cu	Al, ACl	800	1000	1500	2000	2500	
10	1,64	3,14	—	—	—	—	—	0,07
16	1,2	1,96	0,374	0,389	0,411	0,48	0,442	0,07
25	0,74	1,27	0,362	0,376	0,398	0,407	0,417	0,07
35	0,54	0,91	0,349	0,364	0,388	0,404	0,412	0,06
50	0,39	0,63	0,339	0,354	0,377	0,395	0,409	0,06

70	0,28	0,45	0,329	0,343	0,367	0,385	0,399	0,06
95	0,2	0,33	0,318	0,332	0,355	0,374	0,389	0,06
120	0,158	0,27	0,315	0,325	0,349	0,368	0,382	0,06
150	0,123	0,21	0,311	0,315	0,344	0,36	0,374	0,06
185	0,103	0,17	0,298	0,311	0,339	0,355	0,37	0,06
240	0,078	0,131	—	0,304	0,329	0,347	0,361	0,06
300	0,063	0,105	—	0,297	0,322	0,34	0,354	0,06

Примітка: Cu – провідники з міді; Al, АСІ – провідники з алюмінію або сталі та алюмінію

Зовнішній індуктивний опір петлі фазний-захисний провідник (Ом/км) визначають за формулою:

$$x_{зв} = l \cdot 0,126 \ln(2D / d),$$

де D і d – відстань між проводами і діаметр проводу відповідно, мм.

Для наближених розрахунків $x_{зв}$ можна приймати: для КЛ – 0,3 Ом/км; для ПЛ – 0,6 Ом/км.

Визначаємо кратність струму однофазного короткого замикання відносно номінального струму пристрою МСЗ, яка має бути не менш як допустима

$$K_C = I_{кз} / I_{номМСЗ} \geq K_{с.доп}.$$

У разі, якщо K_C менше допустимого значення, потрібно або змінити вид пристрою МСЗ (замість плавкої вставки встановити автомат з електромагнітним запобіжником) або збільшити величину струму короткого замикання, вибравши провідники з більшим перерізом, першочергово для нульового або захисного провідника.

Розрахунок напруги на корпусі електроустановки

Без повторного заземлення захисного провідника напруга на корпусі U_K ЕУ визначається за формулою:

$$U_K = I_{кз} \cdot Z_3 \leq U_{д}(t_c),$$

де $U_{д}(t_c)$ – допустима напруга дотику (табл. А1); Z_3 – повний опір захисного проводу:

– для ПЛ $Z_3 = \sqrt{r_3^2 + x_3^2}$;

– для КЛ $Z_3 = r_3$.

Якщо умови нерівності не виконуються, тобто $U_K > U_{д}(t_c)$, потрібно:

- застосувати пристрій МСЗ з меншим часом спрацьовування t_c ;
- зменшити Z_3 , збільшивши площу перерізу захисного проводу;
- застосувати повторне заземлення захисного проводу.

За наявності повторного заземлення (у повітряних лініях) захисного проводу напруга на корпусі ЕУ U_k визначають за формулою:

$$U_k = I_{k3} \cdot \frac{Z_3 \cdot r_{\Pi}}{r_{\Pi} + Z_3} \leq U_d(t_c),$$

де r_{Π} – еквівалентний опір усіх повторних заземлювачів.

Потрібний еквівалентний опір повторного заземлення:

$$r_{\Pi} \leq \frac{U_d \cdot Z_3}{(I_{k3} Z_3 - U_d)}.$$

Повторне заземлення конструктивно виконують вертикальними заземлювачами, кількість яких визначають за формулою:

$$r_{\Pi} \leq R_{B1} / n,$$

де n – кількість повторних заземлювачів.

Додаток D. Розрахунок системи штучної вентиляції

1. Розрахунок потрібного повітрообміну за наявності надлишку тепла та/або шкідливих речовин

У разі, коли у виробничих приміщеннях виділяються надлишки тепла або вологи, а також шкідливі речовини у вигляді пару, газу, пилу, випаровувань, то розрахунок потрібного повітрообміну L_S виконують згідно з [2.38].

Для приміщень з надлишками тепла потрібний повітрообміну L_1 визначають за формулою:

$$L_1 = L_{p.з} + \frac{3,6Q_{над} - 1,2L_{p.з}(t_{p.з} - t_{п})}{1,2(t_{вид} - t_{п})},$$

де $L_{p.з}$ – кількість повітря, що видаляється з робочої зони місцевими відсмоктувачами, загальнообмінною вентиляцією або на технологічні потреби, м³/год; густина повітря $\rho = 1,2$ кг/м³; $Q_{над}$ – надлишки наявного тепла, Дж/с або Вт; $t_{p.з}$ – температура повітря, яке видаляється з робочого місця місцевими відсмоктувачами, загальнообмінною вентиляцією або на технологічні потреби, °С; $t_{п}$ – температура повітря, яке подається у приміщення, °С; $t_{вид}$ – температура повітря, яке видаляється з приміщення за межі робочої зони, °С.

Для приміщень з надлишками вологи потрібний повітрообміну L_2 визначають за формулою:

$$L_2 = L_{p.з} + \frac{W - 1,2L_{p.з}(d_{p.з} - d_{п})}{1,2(d_{вид} - d_{п})},$$

де W – надлишки вологи, яка потрапляє у приміщення, г/год; $d_{p.з}$, $d_{вид}$, $d_{п}$ – відповідно вологовміст повітря робочої зони, а також повітря, яке видаляється з приміщення за межі робочої зони і повітря, яке подається у приміщення, г/кг.

Для приміщень, у яких фіксують підвищену кількість шкідливих речовин, потрібний повітрообміну L_3 визначають за формулою:

$$L_3 = L_{p.з} + \frac{M - L_{p.з}(C_{p.з} - C_{п})}{(C_{вид} - C_{п})},$$

де M – кількість шкідливих речовин, яка надходить у приміщення, мг/год; $C_{p.з}$, $C_{вид}$, $C_{п}$ – відповідно концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони, повітрі, яке видаляють і повітрі, яке надходить, мг/м³.

Якщо у повітря виробничого приміщення одночасно поступають тепло, волога та шкідливі речовини, то розрахунок здійснюють за всіма формулами для кожного з періодів року і приймають найбільшу з одержаних величин повітрообміну.

Відповідно до [2.38] рекомендується у розрахунках використовувати такі значення наведених параметрів:

$$t_{р.з.} = t_{норм}; \quad d_{р.з.} = d_{норм}; \quad C_{р.з.} = ГДК; \quad C_{п} \leq 0,3 ГДК$$

$$t_{вид} = t_{норм} + \Delta t(H - h),$$

де $t_{норм}$, $d_{норм}$ – допустима температура і вологовміст, які визначають за нормами, наведеними у [2.15]; ГДК – граничнодопустима концентрація шкідливої речовини; Δt – температурний градієнт за висотою приміщення, який становить $\Delta t = 1 \dots 5$ °С/м; H – відстань від підлоги до центру відсмоктувальних прорізів, м; h – висота робочої зони, яка становить $h = 1,6 \dots 2$ м.

За одночасного виділення у повітря робочої зони приміщення декількох шкідливих речовин не односпрямованої дії потрібний обсяг повітрообміну приймають за найбільшою розрахунковою величиною. За одночасного виділення декількох шкідливих речовин односпрямованої дії, потрібний обсяг повітрообміну визначають через підсумування повітрообмінів для кожної речовини.

За результатами розрахунку визначають кратності повітрообміну у виробничому приміщенні K . Кратність повітрообміну показує, скільки разів упродовж години потрібно фільтрувати повітря у приміщенні.

$$K = L_s / 0,8V,$$

де L_s – повітрообмін, м³/год; V – об'єм приміщення, м³. Зазвичай кратність повітрообміну приймається у межах $K = 1 \dots 10$ год⁻¹.

2. Вибір потужності електродвигуну вентилятора

Усталену потужність електродвигуну вентилятора загально обмінної вентиляції визначають за формулою:

$$P = L_s \cdot p \cdot k_z / 3600 \cdot 102 \cdot (\eta_B),$$

де P – усталена потужність електродвигуна, кВт; p – повний тиск вентилятора, кг/м². Повний тиск вентилятора приймають 20...60 кг/м² залежно від швидкості повітря на окремих ділянках системи повітропроводів; k_z –

коефіцієнт запасу (табл. D1); η_B – коефіцієнт корисної дії вентилятора (0,5..0,6).

Таблиця D1. Коефіцієнт запасу потужності електродвигуну

Потужність електродвигуну, кВт	Тип вентилятора	
	Відцентрований	Осьовий
$P < 0,5$	1,5	1,2
0,51...1,0	1,3	1,15
1,01...2,0	1,2	1,10
2,01...5,0	1,15	1,05
$P > 5,0$	1,10	1,05

Отриману розрахункову потужність P округляють до цілого числа і за каталогами вентиляційних систем визначають типи електродвигуна і вентилятора, їх фактичну потужність та інші технічні характеристики.

Додаток Е. Організація робіт на комп'ютеризованому робочому місці

Більшість робочих місць на енергопідприємствах обладнано персональними комп'ютерами. Згідно з вимогами діючих нормативних актів облаштування робочих місць з комп'ютером повинно враховувати такі НШВЧ:

- нервово-психічні перевантаження;
- електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону та промислової частоти;
- ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання;
- електростатичне поле між екраном та оператором;
- наявність пилу, озону, оксидів азоту та аероіонізації.

Також на робочих місцях з комп'ютерами необхідно забезпечувати:

- належні умови освітлення приміщення і робочого місця, відсутність відблисків;
- оптимальні параметри мікроклімату (температура, відносна вологість та швидкість руху повітря, рівень іонізації повітря);
- належні ергономічні характеристики основних елементів робочого місця.

Площа, яку необхідно виділяти для одного *робочого місця з комп'ютером* повинна складати не менше 6 м^2 , а об'єм – не менше 20 м^3 . Робочі місця з комп'ютером відносно світлових віконних прорізів повинні розміщуватися так, щоб природне світло падало збоку і переважно зліва.

Оптимальні умови мікроклімату встановлюються для постійних робочих місць. Показники температури повітря в робочій зоні впродовж робочої зміни не повинні виходити за межі нормованих величин оптимальної температури для даної категорії робіт. До категорії Іа належать роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження, за яких витрати енергії складають до 139 Вт, а до категорії Іб – роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням, за яких витрати енергії становлять від 140 до 174 Вт.

Безпечні умови праці користувачів комп'ютерів, праця яких характеризується значним напруженням зорової роботи, необхідно, першочергово, забезпечити раціональне освітлення виробничих приміщень та робочих місць з ВДТ. Природне освітлення повинно бути боковим, бажано одностороннім. В цьому випадку природне світло буде проникати в приміщення через бокові світлові віконні прорізи. Коефіцієнт природної освітленості повинен бути не нижче 1,5%.

Приміщення з комп'ютеризованими робочими місцями повинні бути обладнані системами штучного загального рівномірного освітлення з рівнем освітленості над клавіатурою не менш як 400 лк і над екраном – 200 лк. Для дисплеїв поверхнева щільність потоку енергії видимого електромагнітного випромінювання, як правило, знаходиться у межах $0,1 \dots 2,5 \text{ Вт/м}^2$, що значно менше допустимого рівня, а світимість становить в більшості випадків величину, близьку до $0,1 \text{ Вт/ср м}^2$ (ср – стерadian або тілесний кут), що відповідає рівням яскравості $3,4 \dots 127 \text{ кд/м}^2$.

Відповідно до Норм радіаційної безпеки України та вимог потужність експозиційної дози рентгенівського випромінювання на відстані 0,05 м від екрана та корпусу ВДТ при будь-яких положеннях регулювальних пристроїв не повинна перевищувати $7,74 \cdot 10^{-12} \text{ А/кг}$, що відповідає еквівалентній дозі 0,1 мбер/год (100 мкР/год).

Рівень шуму на робочому місці не повинен перевищувати 60 дБА.

Згідно з існуючими вимогами [2.39] напруженість електромагнітного поля на відстані 50 см навкруги комп'ютера за електричною складовою не повинна перевищувати 25 В/м в діапазоні частот 5 Гц...2 кГц та 2,5 В/м в діапазоні частот 2...400 кГц, а щільність магнітного потоку не повинна перевищувати 250 нТл в діапазоні частот 5 Гц...2 кГц та 25 нТл в діапазоні частот 2 кГц...400 кГц.

Згідно з нормативними документами поверхневий електростатичний потенціал ВДТ не повинен перевищувати 500 В, а напруженість електростатичного поля на робочих місцях з комп'ютером не повинна перевищувати 20 кВ/м.

Основними джерелами озону на комп'ютеризованих робочих місцях є дисплеї та лазерні принтери. Вміст озону в повітрі робочої зони не повинен перевищувати $0,1 \text{ мг/м}^3$; вміст оксидів азоту – 5 мг/м^3 ; вміст пилу – 4 мг/м^3 .

Тривалість та кількість інших додаткових та регламентованих перерв залежить від характеру трудової діяльності, напруженості і важності праці і визначається диференційовано для кожної професії, в тому числі і для працюючих з комп'ютером.

За 8-годинній денної робочої зміни залежно від характеру праці встановлюють такі *додаткові перерви*:

- для розробників програм із застосуванням комп'ютеру, слід призначати регламентовану перерву для відпочинку тривалістю 15 хвилин через *кожну годину роботи*;

- для операторів призначають регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожні *дві години* роботи;

- для операторів комп'ютерного набору призначають регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 10 хвилин після *кожної години* роботи.

Під час роботи на комп'ютері потрібно передбачити певну організацію робочого місця, забезпечити вимоги:

- до комп'ютерного устаткування;
- до розміщення устаткування;
- до виробничого освітлення на робочих місцях користувачів;
- до параметрів мікроклімату та іонного складу повітря;
- до рівня шуму;
- до впливу електростатичного і магнітного полів;
- до електромагнітних випромінювань радіочастотного, оптичного діапазону та промислової частоти.