

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

кафедра безпека праці та навколишнього середовища

**ЗАВДАННЯ
на виконання контрольної роботи**

з дисципліни «Організація безпечного електроспоживання»

рівень вищої освіти другий (магістерський)
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галузь знань 26 Цивільна безпека
(шифр і назва)

освітня програма охорона праці
(назва)

спеціальність 263 Цивільна безпека
(шифр і назва)

вид дисципліни професійна підготовка
(загальна підготовка / професійна підготовка)

форма навчання заочна
(денна / заочна)

РОЗРАХУНКОВЕ ЗАВДАННЯ

для студентів другого (магістерського) рівня навчання із спеціальності 263 – цивільна безпека, освітня програма – охорона праці

Тема: Розрахунок заземлювального пристрою для виробничого приміщення з підвищеною небезпекою.

Мета: Надати студентам практичні навички щодо організації безпечного електроспоживання на підприємствах (організаціях, установах) усіх форм власності, як результат навчання.

1. Загальні питання.

Захисне заземлення – навмисне електричне з'єднання з землею чи її еквівалентом металевих неструмоведучих частин, що можуть бути під напругою внаслідок замикання на корпус і з інших причин (індуктивний вплив сусідніх струмоведучих частин, винос потенціалу, розряд блискавки і т.п.).

Захисне заземлення призначене для усунення небезпеки ураження електричним струмом у випадку дотику до корпусу електроустановки й інших неструмоведучих металевих частин, які можуть бути під напругою внаслідок замикання на корпус і з інших причин.

Сфера застосування захисного заземлення – електроустановки з напругою до 1000 В в мережах з ізолюваною нейтраллю і вище 1кВ в мережах з будь-яким режимом нейтралі джерела струму (як з ізолюваною, так і з глухозаземленою).

Відповідно до вимог ДСТУ В 2.5-82-2016 [4] захисне заземлення електроустановки слід виконувати:

при номінальній напрузі 380 В і вище змінного струму і 440 В і вище постійного струму у всіх випадках;

при номінальних напругах від 42 В до 380 В змінного і від 110 В до 440 В постійного струму при роботах в умовах підвищеної небезпеки, особливо в небезпечних і зовнішніх установках.

Принцип дії захисного заземлення.

В **електроустановках напругою до 1кВ** це зниження напруг дотику і кроку, обумовлених замиканням на корпус і з інших причин, до безпечних значень.

Це досягається шляхом зменшення потенціалу заземленого устаткування за рахунок малого опору пристрою, що заземлює, а також вирівнювання потенціалів основи, на якій стоїть людина і заземленого устаткування за рахунок збільшення потенціалу основи до значень, близьких до потенціалу заземленого устаткування.

Пристрої, які забезпечують виконання функцій захисного заземлення електроустановок це: *заземлювальні пристрої; захисні провідники; з'єднання і приєднання провідників системи захисту від ураження електричним струмом.*

Заземлення здійснюється за допомогою спеціальних пристроїв – заземлювачів. Заземлювачі бувають одиночні і групові. Груповий заземлювач

складається з вертикальних стрижнів і горизонтальної смуги, яка їх з'єднує. Вертикальні електроди закладають разом з фундаментом будинків на визначеній відстані один від одного.

Загальні вимоги до заземлювачів: матеріал і розміри заземлювачів повинні забезпечувати стійкість заземлювачів до корозії і їх механічну міцність; кількість заземлювачів, їх розміщення і габаритні показники повинні забезпечувати виконання вимог до опору заземлювального пристрою; як штучні слід використовувати, як правило, заземлювачі із сталі (чорної, з цинковим чи мідним покриттям, нержавіючої) або міді.

З метою економії засобів ПУЕ [15] рекомендують використовувати природні заземлювачі.

Як **природні заземлювачі** рекомендується використовувати:

прокладені в землі водопровідні й інші металеві трубопроводи за винятком трубопроводів паливних рідин, паливних чи вибухових газів і сумішей;

обсадні труби свердловин;

металеві і залізобетонні конструкції будинків і споруд, що знаходяться в зіткненні з землею;

свинцеві оболонки кабелів, прокладених у землі;

інші металоконструкції, розташовані в ґрунті.

Природні заземлювачі з'єднуються з магістралями заземлення не менше, ніж двома провідниками в різних місцях.

Власник електроустановки може погодитися на більш часті перевірки опору обладнання чи споруд. Особливо це стосується тих, хто живе або працює на ґрунтах з підвищеною корозійною агресивністю. Ступінь корозії в такій місцевості перевищує допустимі норми, тому заземлення труб і покриття зовнішньої ізоляції піддаються більш інтенсивному руйнівному впливу.

Нехтування рекомендаціями, що стосуються збільшення кількості перевірок переносного електрообладнання, може призвести до нещасних випадків та збільшити ризик виникнення пожежі. Якщо ступінь зруйнованого заземлення труби або струмопровідних контуру становить понад **50%**, то слід відразу замінити даний елемент.

Щоб отримати чисельні значення опору контуру заземлюючого пристрою, використовують штучний провідник, через який пропускають струм. При цьому записують не тільки свідчення спеціальних приладів, але і вказують розмір перетину і ступінь цілісності зв'язку між заземлюючим провідником і технічним об'єктом. Показання приладів дозволяють зрозуміти, наскільки значення опору може бути небезпечним для людини.

Принцип перевірки опору заземлюючого контуру включає наступні етапи:

недалеко від випробовуваного заземлюючого пристрою встановлюють струмовий електрод;

до заземлювального обладнання підключають зонд для фіксації зменшення напруги;

після подачі напруги отримують чисельні величини опору, які необхідно помножити на коефіцієнти, що враховують марку переносного приладу, температуру, стан ґрунту.

Документом, в який вносяться всі параметри заземлюючого контуру, є технічний паспорт.

Висновком в паспорті є висновок експерта, який підтверджує результати оглядів і виконаних перевірок щодо придатності контуру заземлення до використання. Тут можуть бути відмічені зауваження та рекомендації, спрямовані на усунення дефектів або помилок при підключенні заземлення до переносному обладнання. Усі записи в паспорті дозволяють дізнатися стан контуру заземлення на поточний ремонт.

2. Алгоритм проведення розрахунків заземлювачів

2.1. Визначаємо нормативний опір штучного заземлювача - R_n згідно з вимогами нормативних документів.

2.2. Визначаємо питомий опір ґрунту ρ в місці, де буде збудовано заземлювач.

Питомий опір можна визначити шляхом вимірювання або, якщо такої можливості немає, із наступних експериментальних даних:

- морська вода - 10 Ом • м;
- річкова вода - 50 Ом • м;
- торф - 20 Ом • м;
- глина - 40 Ом • м;
- садово-городня земля - 50 Ом • м;
- ґрунт, у якому глина - до 7-10 м, а глибше - гравій, камінь - 70 Ом • м;
- суглинок і кам'яниста глина, жовтий пісок - 100 Ом • м;
- супісок - 300 Ом • м.

Ці дані відповідають вологості ґрунту 10-20%, тому необхідно ввести коефіцієнт запасу $k = 2 - 2,5$, який враховує висихання ґрунту, адже заземлювач повинен забезпечувати назначений опір за найгірших кліматичних умов - в період найбільшого висихання чи промерзання ґрунту.

Якщо питомий опір ґрунту визначали вимірюванням, то коефіцієнт приймаємо в залежності від фактичного стану ґрунту в день вимірювання:

- $k_1 = 3,8$ - ґрунт вологий після сильного дощу;
- $k_2 = 3,0$ - ґрунт середньої вологості після малих опадів;
- $k_3 = 2,3$ - ґрунт сухий.

2.3. Визначаємо опір одиночного заземлювача із сталевого прута чи труби за наступною формулою:

$$R_0 = 0,366 \frac{\rho}{l} k \log \frac{4l}{d}, \text{ Ом}, \quad (1)$$

де l - довжина заглибленої в землю частини вертикального електроду, м;
 d - діаметр електроду (прут, труба)

Якщо електроди виготовляються із рівно бокового кутника, то в формулу замість діаметра вводиться еквівалентний діаметр кутника $d = 0,95b$, b – ширина полки кутника, м.

За довжини електрода $l = 2,5$ м значення, після підрахунків, буде:

$$R_o = 0,332 \rho \text{ - для кутника } 40 \times 40 \times 4$$

$$R_o = 0,318 \rho \text{ - для кутника } 50 \times 50 \times 5.$$

Якщо одного електрода недостатньо, $R_o > R_n$, то необхідно додати ще електродів. При цьому необхідно враховувати явище взаємного екранування електродів, як результат накладення полі розтікання струму з кожного електрода, яке зменшує коефіцієнт використання електродів. Чим більша відстань між електродами, тим менше вплив взаємного екранування і за відстані понад 40 м коефіцієнт використання η близький до одиниці.

На практиці здебільшого вибирають відстань між електродами, рівну довжині заглибленої частини електрода, тобто $t = l$.

2.4. Визначаємося щодо форми розміщення електродів - в ряд чи за контуром - і з таблиці 1 визначаємо коефіцієнт використання вертикальних електродів η .

Таблиця 1 - Коефіцієнт використання вертикальних електродів

Кількість вертикальних електродів	Коефіцієнт використання електродів у разі їх розміщення [^]	
	у ряд	за контуром
2	0,84-0,87	-
3	0,76-0,80	-
4	-	0,66-0,72
5	0,67-0,72	-
6	-	0,58-0,65
10	0,56-0,62	0,52-0,58
15	0,51-0,56	-
20	0,47-0,50	0,44-0,50

Ураховуючи коефіцієнт, визначаємо приблизну кількість вертикальних електродів за формулою:

$$\frac{R_o}{\eta R_n}$$

$$n = \quad (2)$$

де R_n - нормований опір.

2.5. Розташовуємо (приблизно) на плані електроди і визначаємо загальну довжину L горизонтальних електродів (прутків чи смуг), що з'єднують вертикальні електроди в контур.

Якщо вертикальні електроди розміщувати за контуром на однаковій відстані один від одного t , то загальна довжина горизонтальних електродів буде:

$$L = L_1 + L_2 + \dots + L_n = t \cdot n, \text{ м.} \quad (3)$$

Тепер опір всього заземлювача буде складатися із опору вертикальних електродів та опору горизонтальних електродів. Визначаємо опір струму розтікання горизонтальних електродів - R_e :

Для смугових горизонтальних електродів

$$R_{гс} = \frac{0,366\rho}{L} k \cdot \log (2l^2 / b h) , \text{ Ом,} \quad (4)$$

де d – ширина сталевієї смуги, м;

h – глибина закладеної смуги від поверхні ґрунту, м

$$R_{гп} = \frac{0,366\rho}{L} k \cdot \log (l^2 / b h) , \text{ Ом,} \quad (5)$$

де d – діаметр прутка, м.

Для закопаного вертикально листа розмірами $a \times b$, м^2

$$R_{л} = 0,25\rho / \sqrt{ab} . \text{ Ом,} \quad (6)$$

2.6. Уточнюємо опір горизонтальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання η_r їх за формулою:

$$R_r = R_{гс} / \eta_r = R_{гп} / \eta_r , \text{ Ом} \quad (7)$$

Коефіцієнт використання береться з таблиці 2.

Таблиця 2 – Коефіцієнт використання горизонтальних електродів

Відношення між вертикальними до їх довжини , t/l	Число вертикальних електродів у ряду				Число вертикальних електродів у контурі					
	4	10	20	30	4	10	20	30	50	70
1	0.77	0.62	0.42	0.31	0.45	0.34	0.27	0.24	0.21	0.20
2	0.89	0.75	0.56	0.46	0.55	0.40	0.32	0.30	0.28	0.26
3	0.92	0.82	0.68	0.58	0.70	0.56	0.45	0.41	0.37	0.35

2.7. Уточняємо частину загального опору заземлювача, що припадає на вертикальні електроди:

$$R_B = R_r \cdot R_H / R_r - R_H, \text{ Ом} \quad (8)$$

Уточнюємо необхідну кількість вертикальних електродів:

$$n = R_0 / \eta \cdot R_B \quad (9)$$

Якщо є можливість використати природній заземлювач з опором R_n , то опір необхідного штучного заземлювача буде:

$$R_{ш} = R_n \cdot R_n / R_n - R_n, \text{ Ом} \quad (10)$$

3. Методика розрахунку штучного заземлювача

Приклад

Розрахувати штучний заземлювач для трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ.

нормований опір не повинен перевищувати 4 Ом;

тип ґрунту - садово-городній;

вимірювання питомого опору не виконувалось;

матеріал вертикальних електродів - сталь кутова 40x40x4 мм, довжина $l = 2,5$ м;

матеріал горизонтальних електродів смугова 40x4 мм, глибина закладення їх $h = 0,5$ м.

Приймаємо питомий опір ґрунту $\rho = 50 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, коефіцієнт запасу $k = 2,5$.

Визначаємо опір одиночного вертикального заземлювача за формулою:

$$R_0 = 0,366 \frac{\rho}{l} k \log \frac{4l}{d}, \text{ Ом},$$

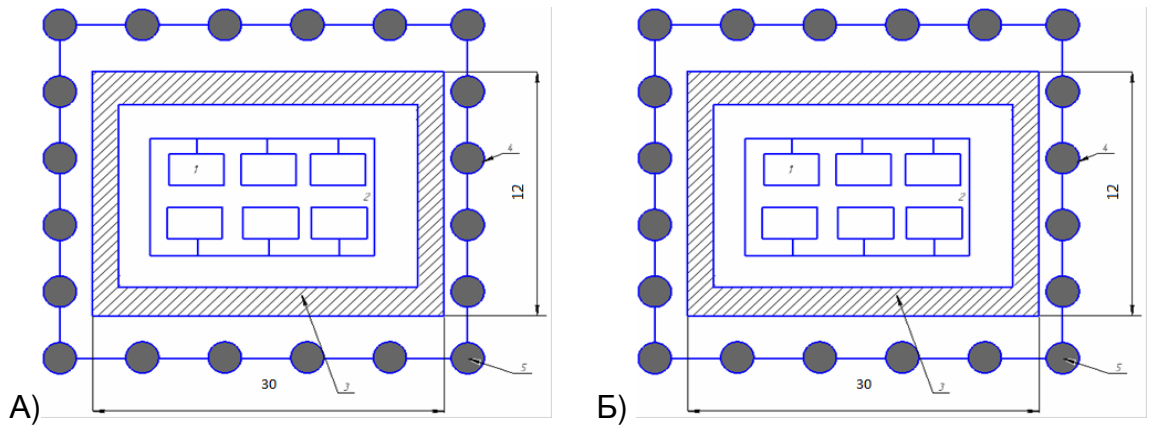
Визначаємо приблизну кількість вертикальних електродів, без врахування горизонтальних електродів, за формулою:

$$\frac{R_0}{\eta \cdot R_n}$$

$n =$

Розташовуємо на плані (приблизно) електроди, щоб встановити довжину з'єднувальних горизонтальних електродів L .

У разі розміщення вертикальних електродів за замкненим контуром на однаковій відстані один від одного $t = l = 2,5$ м, то загальна довжина горизонтальних електродів буде:



А) початкове розміщення електродів; Б) кінцева схема розміщення електродів; 1 – заземлююче обладнання; 2 – заземлювальний контур; 3 – стіни будівлі; 4 – горизонтальний заземлювач; 5 – вертикальний заземлювач

Рисунок 1 – Ескіз розташування заземлювачів

Визначення опору горизонтальних електродів провести за формулою:

$$R_{гс} = \frac{0,366\rho}{L} k \cdot \log(2l^2 / b h), \text{ Ом}$$

Уточнюємо опір горизонтальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використаного з таблиці 2:

$$R_{г} = R_{гс} / \eta_{г}, \text{ Ом}$$

Уточнюємо загальний опір вертикальних електродів з урахуванням опору горизонтальних електродів за формулою:

$$R_{в} = R_{г} \cdot R_{н} / R_{г} - R_{н}, \text{ Ом}$$

Уточнюємо необхідну остаточну кількість вертикальних електродів за формулою:

$$n = R_0 / \eta \cdot R_{в}$$

Складається кінцева схема та паспорт заземлювального пристрою.

4. Методичні вказівки щодо складання технічного паспорта заземлювального пристрою та порядку його ведення

ПРИКЛАД

НАЗВА ОБ'ЄКТУ _____

НАЗВА ПІДПРИЄМСТВА – ВЛАСНИКА ОБ'ЄКТУ _____

**ПАСПОРТ
ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ**

1. СХЕМА (ПЛАН) ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ:

СХЕМУ СКЛАВ: (ПОСАДА, ПІДПИС, ПРІЗВИЩЕ, ІНІЦІАЛИ)

2. ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ДАНІ

2.1. КОНСТРУКТИВНІ ДАНІ

ВЕРТИКАЛЬНІ ЕЛЕКТРОДИ			ГОРИЗОНТАЛЬНІ ЕЛЕКТРОДИ	
КІЛЬКІСТЬ (НОМЕРА) ЕЛЕКТРОДІВ	МАТЕРІАЛ, ПОПЕРЕЧНИЙ РОЗРІЗ	ДОВЖИНА	МАТЕРІАЛ, ПОПЕРЕЧНИЙ РОЗРІЗ	ЗАГАЛЬНА ДОВЖИНА

2.2. РЕЗУЛЬТАТИ ВИМІРУ ОПОРУ СТРУМУ РОЗТІКАННЯ. ПИТОМИЙ ОПІР ҐРУНТУ

$$\rho = \text{Ом} \cdot \text{м}$$

ВИМІРИ		ПРИЛАДИ			ВЕЛИЧИНИ ОПОРУ, Ом		ВИМІРЮВАННЯ ВИКОНАВ	
№	ДАТА	ТИП	НОМЕР	ДАТА ПЕРЕВІРКИ	r^*	R^*	ПОСАДА, ПРІЗВИЩЕ	ПІДПИС

ПРИМІТКА: r^ - опір пристрою без приєднання до природного заземлення чи до повторного заземлення нейтрального проводу;*

R^ - опір пристрою з урахуванням повторних заземлень нейтрального проводу (вказувати тільки для підстанцій)*

2.3. РОЗРАХУНКИ І ВИСНОВКИ

НОМЕР ВИМІРУ	КОЕФІЦІЄНТ ПОПРАВКИ	ОПІР, Ом		ВИСНОВКИ ПРО ВІДПОВІДНІСТЬ ОПОРУ ПРИСТРОЮ ВИМОГАМ НОРМАТИВНИМ ДОКУМЕНТАМ
		$r = k \cdot r^*$	$R = k \cdot R^*$	

3. РЕЗУЛЬТАТИ ПЕРЕВІРКИ СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

ДАТА	РЕЗУЛЬТАТИ ПЕРЕВІРКИ

4. ВИКОНАНІ РЕМОНТИ, ЗМІНИ КОНСТРУКЦІЇ

ДАТА	СУТЬ РЕМОНТУ ТА ПРОВЕДЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЗМІН

ПАСПОРТ СКЛАДЕНО ЗГІДНО З ВИМОГАМИ ПУНКТУ 6.7.4. «ПРАВИЛА ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК СПОЖИВАЧІВ» (ПТЕЕС).

ПАСПОРТ СКЛАВ: _____

(ПОСАДА, ПРИЗВИЩЕ, ІНІЦІАЛИ, ПІДПИС)

4. ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВОГО ЗАВДАННЯ

4.1. Виконання РЗ необхідно розпочати з вивчення:

державні стандарти, нормативно-правові акти, галузеві та міжгалузеві нормативні документи, які регламентують порядок організації та дотримання безпеки при роботі з електроустановками на машинобудівельних підприємствах;

типи і схеми електричних мереж напругою до 1 кВ, що використовуються на машинобудівельних підприємствах;

принципових електричних схем трьох- та одно- фазних мереж електропостачання;

аналіз можливого одно- і двофазного включення людини в електричний ланцюг;

для виконання РЗ пропонується виробниче приміщення підприємства, де виконуються роботи з підвищеною небезпекою на діючих електроустановках.

5.2 Надати відповіді на теоретичні питання у відповідності за варіантом завдання (додаток 1)

5.3. Проведення розрахунків захисного пристрою з безпечної експлуатації електроустановок, які розміщені у визначеному виробничому приміщенні.

Провести розрахунок захисного пристрою за визначеним варіантом.

5.4. За результатами проведених розрахунків необхідно скласти технічний паспорт у відповідності до методичних рекомендації п. 4.

5.4. Загальний висновок

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Закон України "Про охорону праці", Введений в дію Постановою ВР України № 2695-XII від 14.10.92, ВВР, 1992, № 49, ст.669 (Із змінами, внесеними згідно із Законами)

2. Закон України "Про об'єкти підвищеної небезпеки". Відомості Верховної Ради, 2001, № 15, ст.73.

3. Закон України "Про охорону навколишнього середовища", Введений в дію Постановою ВР № 1268-XII від 26.06.91 ВВР, 1991, № 41, ст.547 (Із змінами, внесеними згідно із Законами)

4. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. Затвер. наказ Мінрегіон України від 01.07. 2016
5. ДСанПіН Захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань Затв. наказом МОЗ України від 01.08.1996 № 239 (із змінами, внесеними згідно з Наказом МОЗ № 266 від 13.03.2017)
6. НПАОП 0.00-1.71-13 Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями. Від 19.12.2013 наказ № 966 Міненерговугілля України .
7. НПАОП 40.1-1.07-01 Правила експлуатації електрозахисних засобів. Від 05.06.2001 наказ № 253 Мінпраці України
11. НПАОП 40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Від 09.01.1998 наказ № 4 Держнаглядохоронпраці України
12. НПАОП 40.1-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. Від 21.06.2001 наказ № 272 Мінпраці України
13. НПАОП 0.00-1.28-10 Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин. Від 26.03.2010 наказ № 65 Держгірпромнагляд
14. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Від 25.07.2006 Затв. Наказ Мінпалива № 258 (Із змінами та доповнення у відповідності до наказів Міненервугілля України № 91 від 13.02.2012 № 905 від 16.11.2012 № 273 від 16.05.2013)
15. Правила улаштування електроустановок. Глава 1.7 Заземлення та захисні заходи від ураження електричним струмом : наказ Міненерговугілля України від 21.07.2017 р. № 476. ДП «Національна енергетична компанія « Укренерго». Київ. 2017. С. 75 – 115.
16. . ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд. Наказ Мінрегіон.України від 27.06.2008 № 269.
17. Правила улаштування електроустановок. Глава 1.7 Заземлення та захисні заходи від ураження електричним струмом : наказ Міненерговугілля України від 21.07.2017 р. № 476. ДП «Національна енергетична компанія « Укренерго». Київ. 2017. С. 75 – 115.

ДОДАТКИ

Додаток 1

А)

ПЕРЕЛІК

теоретичних питань на виконання контрольної роботи

1. Обов'язки особи, відповідальної за експлуатацію, електроустановок споживачів.
2. Установка заземлення. Зберігання та облік заземлення.
3. Організація безпечної експлуатації електроустановок споживача.
4. Організація роботи відряджених працівників.
5. Вимоги до працівників, які здійснюють оперативні обслуговування електроустановок.
6. Огляд повітряних ліній електропередач і кабельних ліній.
7. Виконання робіт в електроустановках.
8. Виробництво робіт із запобігання аваріям. Короточасні роботи.
9. Організаційні заходи, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках.
10. Вимоги до робіт із застосуванням переносних електричних світильників.
11. Роботи, що виконуються за нарядом-допуском, розпорядженням і в порядку поточної експлуатації.
12. Основні і допоміжні засоби індивідуального захисту, що застосовуються в електроустановках до і вище 1000 В.
13. Порядок видачі та оформлення наряду-допуску. Склад бригади що працює за нарядом.
14. Роботи на комутаційних апаратах і розподільних пристроях.
15. Підготовка робочого місця і допуск до виконання робіт.
16. Нагляд під час виконання робіт по нарядам. Оформлення перерв в роботі.
17. Переведення бригади на нове місце роботи.
18. Вимоги до електрозварюванню обладнання.
19. Закінчення робіт. Закриття наряду-допуску. Виконання робіт, що виконуються за розпорядженням і в порядку поточної експлуатації.
20. Порядок випробування електричної міцності ізоляції переносного електроінструменту.
21. Організаційні заходи, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках за розпорядженням.
22. Роботи під час обслуговування електродвигунів.
23. Організація безпечного виконання окремих видів робіт в електроустановках в порядку технічної експлуатації.
24. Порядок випробування зварювального обладнання
25. Включення електроустановок після повного закінчення робіт.
26. Заземлення. Призначення і загальні технічні вимоги.
27. Технічні заходи, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках.
28. Захист електродвигунів, напругою до 1000 В.
29. Відключення напруги і перевірка його відсутності. Вивішування плакатів безпеки. Огородження робочого місця.
30. Обслуговування мереж зовнішнього освітлення. Обходи та огляд ліній.
31. Роботи з вимірювальними приладами і електролічильниками. Робота з переносними електричними машинами, електроприладами.
32. Основні способи захисту від статичної електрики.

33. Обслуговування електроустановок у вибухонебезпечних зонах.
34. Заземлювачі, захисні і нейтральні провідники та їх характеристики.
35. Перелік документації, який необхідний при експлуатації електроустановок.
36. Заземлювачі, захисні і нейтральні провідники Особливості заземлення електроустановок, експлуатованих у вибухонебезпечних зонах.
37. Роботи, які забороняється виконувати у вибухонебезпечних зонах.
38. Проведення випробування обладнання. Робота з мегомметром.
39. Порядок опосвідчення стану безпеки електроустановок.
40. Огляд розподільних пристроїв і електродвигунів.
41. Область застосування Правил улаштування електроустановок.
42. Вибір перетину провідників за нагріванням і за економічною щільності струму.
43. Вимірювання електричних величин. Вимоги до засобів вимірювання.
44. Розподільні пристрої. Загальні вимоги. Установка розподільних пристроїв.
45. Заземлення. Частина електроустановок, що підлягають заземлення.
46. Кабельні лінії. Загальні технічні вимоги.
47. Способи прокладки кабельних ліній.
48. Установка силових трансформаторів.
49. Електродвигуни. Вибір електродвигунів. Установка електродвигунів.
50. Конденсаторні установки. Область застосування. Установка конденсаторів.
51. Внутрішнє освітлення. Загальні вимоги.
52. Електроустановки у вибухонебезпечних зонах. Вибір електрообладнання.
53. Світильники, електричні апарати і прилади, призначені для роботи у вибухонебезпечних зонах.
54. Засоби і способи захисту від блискавки електроустановок.
55. Умови виникнення статичної електрики. Оцінка небезпеки його накопичення.
56. Способи захисту від статичної електрики обладнання газорегуляторного пункту (ГРП), газонаповнювального пункту(ГНП), газорозподільної станції (ГРС), та пункту обміну балонів (ПОБ).
57. Захист персоналу від статичної електрики.
58. Крокові напругу. Зона нульового потенціалу. Робота в зоні крокової напруги.
59. Травматизм. Величина струму небезпечного і смертельного для життя людини.
60. Надання першої допомоги при ураженні електрострумом.

Б) Варіанти
питань для виконання теоретичної частини контрольної роботи

	Номера варіантів завдання									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

№ питання	1,21, 47	3, 22,50	5, 23,51	7,24, 59	9,25, 58	11,31, 56	13,32, 53	15,33, 46	17,34, 43	19,35, 42
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
№ питання	2,26, 48	4,27, 49	6,28, 52	8,29, 60	10,30, 57	12,40, 55	14,36, 54	16,37, 45	18,38, 44	20,39, 41

Додаток 2

ЗБІРКА ДОВІДКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОЗРАХУНКІВ

Таблиця 1 – Наближені значення питомих електричних опорів різних ґрунтів і води, Ом · м

Ґрунт, вода	Можливі межі коливань	При вологості 10 – 20% до маси ґрунту
Глина	8 – 70	40
Суглинок	40 – 150	100
Пісок	400 – 700	700
Супісок	150 – 400	300
Торф	10 – 30	20
Чорнозем	9 – 53	20
Садова земля	30 – 60	40
Кам'янистий ґрунт	500 – 800	-
Скелястий ґрунт	$10^4 - 10^7$	-
Вода:		
морська	0,2 – 1	-
річкова	10 – 100	-
ставкова	40 – 50	-
ґрунтова	20 – 70	-
у струмках	10 – 60	-

- Примітки: 1. Питомий електричний опором ґрунту є опір куба ґрунту з ребром 1 м.
2. При малому процентному вмісті вологи у ґрунті можливі великі значення опорів.
3. Питомі опори ґрунтів коливаються протягом року, що враховується при розрахунках уведенням так званих сезонних коефіцієнтів опору ґрунту (див. табл. 4 – 6).
4. У таблиці наведені наближені значення питомих опорів ґрунтів і води.

Користуватися цими значеннями, як і значеннями, узятими з інших літературних джерел, для розрахунків заземлень не можна, тому що вони можуть відрізнятися від дійсних у десятки і сотні разів.

Для розрахунків повинні використовуватися значення питомих опорів ґрунтів, отримані натурними вимірами опору ґрунту на тій ділянці, де буде споруджуватися заземлювач.

Таблиця 2 – Коефіцієнти використання η_e вертикальних електродів групового заземлювача (труб, куточків і т.п.) без урахування впливу смуги зв'язку

Кількість заземлювачів	Відношення відстаней між електродами до їхньої довжини					
	Електроди розміщено в ряд (рис. 1.6, а)			Електроди розміщено по контуру (рис. 1.6, б)		
2	0,85	0,91	0,94	-	-	-
4	0,73	0,83	0,89	0,69	0,78	0,85
6	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,8
10	0,59	0,74	0,81	0,56	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

Таблиця 3 – Ознаки кліматичних зон для визначення коефіцієнтів сезонності ψ

Характеристика кліматичної зони	Кліматичні зони			
	I	II	III	IV
Середня багаторічна нижча температура (січень), °С	від – 20 до – 15	від – 14 до – 10	від – 10 до 0	від 0 до + 5
Середня багаторічна вища температура (липень), °С	від + 16 до + 18	від + 18 до + 22	від + 22 до +24	від + 24 до + 26
Середньорічна кількість опадів, см	~ 40	~ 50	~ 50	30 – 40
Тривалість замерзання вод, дні	190 – 170	~ 150	~ 100	0

Таблиця 4 – Коефіцієнти використання η_e горизонтального смугового електрода, що з'єднує вертикальні електроди (труби, куточки і т.п.) групового заземлювача

Відношення відстаней між вертикальними електродами до їхньої довжини	Кількість вертикальних електродів							
	2	4	6	10	20	40	60	100
Вертикальні електроди розміщено в ряд								
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	-	-	-
Вертикальні електроди розміщено по контуру								
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	0,36	0,33

Таблиця 5 – Коефіцієнти сезонності ψ для шару сезонних змін у багатошаровій землі

Кліматична зона	Умовна товщина шару сезонних змін, м	Вологість землі під час вимірювань її опору		
		підвищена	нормальна	мала
I	2,2	7,0	4,0	2,7
II	2,0	5,0	2,7	1,9
III	1,8	4,0	2,0	1,5
IV	1,6	2,5	1,4	1,1

Таблиця 6 – Коефіцієнти сезонності для однорідної землі

Кліматична зона	Стан землі під час вимірювань її опору при вологості		
	підвищений	нормальний	малій
Вертикальний електрод довжиною 3 м			
I	1,9	1,7	1,5

II	1,7	1,5	1,3
III	1,5	1,3	1,2
IV	1,3	1,1	1,0
Вертикальний електрод довжиною 5 м			
I	1,5	1,4	1,3
II	1,4	1,3	1,2
III	1,3	1,2	1,1
IV	1,2	1,1	1,0

Горизонтальний електрод довжиною 10 м			
I	9,3	5,5	4,1
II	5,9	3,5	2,6
III	4,2	2,5	2,0
IV	2,5	1,5	1,1
Горизонтальний електрод довжиною 50 м			
I	7,2	4,5	3,6
II	4,8	3,0	2,4
III	3,2	2,0	1,6
IV	2,2	1,4	1,12

Таблиця 7 – Варіанти завдань для проведення розрахунків

№	Трансформаторна підстанція напругою U, кВ	Розміри будинку		Розрахунковий опір природного заземлювача, R _е , Ом	Довжина лінії електропередач		Параметри вертикального електрода		Параметри горизонтального електрода		Питомий опір землі ρ обмірюване, Ом·м	Кліматична зона
		Довжина L, м	Ширина B, м		l _{к.л.} , км	L _{в.л.} , км	Довжина l _в , м	Діаметр d, мм ²	Переріз полюси, мм ²			
1	6/0,4	24	12	15	70	65	5	12	4 x 40	120	I	
2	10/6	24	12	18	45	70	3	14	4 x 40	110	II	
3	10/0,4	18	6	17	50	60	3	12	6 x 56	130	III	
4	6/0,4	12	12	19	85	75	5	14	8 x 60	70	IV	
5	10/6	24	18	13	92	63	5	12	4 x 32	80	I	
6	10/6	18	12	16	75	54	5	14	6 x 60	110	II	
7	6/0,4	12	18	18	84	65	3	12	6 x 50	90	III	
8	10/0,4	30	12	16	73	68	5	14	4 x 48	114	IV	
9	10/0,6	30	18	14	82	74	5	16	4 x 32	70	I	
10	6/0,4	18	12	12	91	69	3	12	6 x 48	160	II	
11	10/0,4	18	12	-	49	38	5	16	4 x 50	162	III	
12	10/6	24	12	14	94	65	5	17	6 x 56	90	IV	
13	10/0,4	24	18	-	78	65	3	18	8 x 50	80	I	
14	6/0,4	12	6	18	73	62	5	19	4 x 56	162	II	
15	10/6	18	12	10	86	63	5	20	8 x 48	150	III	
16	10\0,4	12	18	11	93	54	3	22	4 x 56	122	IV	
17	6/0,4	18	12	12	99	86	5	14	8 x 25	160	I	
18	10/0,4	24	12	17	75	53	5	15	4 x 56	120	II	
19	10/6	12	6	19	73	54	5	16	8 x 32	110	III	
20	6/0,4	18	12	13	92	68	5	18	4 x 48	190	IV	

Додаток 3

ВКАЗІВКИ ЩОДО ОБЛАДНАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ
ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇ

а) ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИСНОВКІВ ТА ПЕРІОДИЧНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ

Кожний постійний заземлювальний пристрій, який знаходиться в експлуатації, повинен мати технічний паспорт.

Паспорт складають до введення в дію електроустановки на основі креслень заземлювального пристрою та актів приймання схованих робіт із влаштування горизонтальних і вертикальних заземлювачів.

Ведення та зберігання паспорта на діючому підприємстві покладається на особу, відповідальну за електрогосподарство.

Під час першого заміру опору заземлювального пристрою вимірюють питомий опір ґрунту (ρ) в місці влаштування заземлювального пристрою, дані виміру використовують для подальшого вибору критеріїв оцінки якості пристрою та прийняття рішення під час складання висновків. Наприклад, для електроустановок напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю, для ґрунту з питомим опором $\rho < 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ критерієм якості заземлювального пристрою є такі нерівності $r < 30 \text{ Ом}$, та $R < 4 \text{ Ом}$, для $\rho > 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ - нерівності $r < 0,3 \cdot \rho$, та $R < 0,04 \cdot \rho$.

Періодичність оглядів заземлюючого пристрою – які терміни перевірки опору заземлення обладнання.

Заземлюючі пристрої використовують для того, щоб убезпечити життя людини, якщо він доторкнувся до струмопровідних жилах електрообладнання або інших об'єктів, що перебувають під напругою.

Електробезпека будівель та переносного обладнання забезпечується наступними експлуатаційними функціями заземлюючого елемента:

захист від перенапруги в мережі;

відвід блискавки в ґрунт від високих металевих споруд;

захист ізоляції електричних ланцюгів;

захист комунікацій і труб від струмових перевантажень.

Перевірка опору заземлення виконується з тим розрахунком, щоб оцінити стан заземлюючих пристроїв, ізоляції. Заземлюючі пристрої повинні бути справними, тому що тільки в цьому випадку струм від пошкодженого обладнання або димових труб піде в ґрунт через електроди.

б) Особливості перевірки переносного заземлення електрообладнання

Щоб не допустити ураження людини струмом, який тече у струмоведучих металевих частинах переносного або стаціонарного обладнання, виконують періодичну перевірку стану заземлюючих пристроїв. Результати вимірювання опору контуру заземлення дозволяють зробити висновок щодо справності ізоляції та інших нормативних приписів. Найчастіше вимірювання виконують у наступних випадках при: планових перевірках техніки безпеки; проектуванні споруд; перевірці високих металевих споруд; з'ясуванні кількості споживачів мережі і сумарних витрат на електроенергію.

Як правило, терміни перевірки опору заземлення стандартні – раз на рік.

Якщо електричні пристрої, димові труби або ізоляція проводів вже ремонтувалися, то періодичність оглядів рекомендується збільшити до 1 разу на 6 місяців.

Перевірку прийнято чергувати сезонно. Виділяють два основних періоди для перевірки опору заземлення струмопровідних контуру: влітку і взимку. Відмінності наведених підходів наступні:

у першому випадку має місце високий опір з-за мінімальної кількості рідини в ґрунті

у другому випадку опір підвищується із-за сильного промерзання ґрунту

Результати досліджень дозволяють зробити висновок щодо ефективності заземлюючих пристроїв і зібрати ряд рекомендацій, які дозволять поліпшити опір будівель, обладнання, високих металевих споруд, димових труб. Крім планових перевірок значень опору, дослідження виконують при відновленні мережі, а також при доповненні існуючої системи заземлення новими технічними об'єктами.

с) Середня періодичність перевірки стану заземлення

Періодичність перевірки заземлення обладнання і труб ґрунтується на правилах експлуатації вибраних технічних пристроїв. Для будівель підходять індивідуальні правила, які включають загальні рекомендації по огляду контуру заземлення. Строки вимірювань указуються в спеціальних довідкових матеріалах, які будуть використані при виконанні профілактичних заходів.

Як правило, щоб підтримувати електричну мережу в робочому стані, досить проводити візуальний огляд ділянок заземлення раз на півроку. Періодичність глибокого дослідження опору переносного електрообладнання або димових труб становить один раз на рік. При цьому мається на увазі і обстеження ґрунту біля заземленого обладнання.

Відповідальність за виконання перевірок в плановані терміни покладається на власника або на працівника, якого призначив власник. Виконувати перевірку переносного заземлення обладнання повинні тільки професіонали. Вони зможуть оцінити якість з'єднання заземлювальної установки з обраним об'єктом, перевірити цілісність ізоляції. Завдяки сучасному обладнанню вони зможуть знайти обрив на з'єднаннях і виконати ремонт.

Доцент кафедри БП та НС

к.т.н., с.н.с.

Олександр ЯНЧИК