

**МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКИ
НА ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
У 2018/2019 НАВЧАЛЬНОГО РОКУ З ДИСЦИПЛІНИ
«ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА БЕЗПЕКА ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК»
(для здобувачів вищої освіти)**

Харків-2017

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА

на практичне заняття № 1 за темою

«Розрахунок параметрів електричних машин та апаратів»
з навчальної дисципліни «Електротехніка та безпека електроустановок»
розділу 1 «Електротехніка»

Тема 1.4. «Електричні машини та апарати»

Навчальна мета: 1. Навчити здобувачів вищої освіти вирішувати задачі з розрахунку параметрів електричних машин та апаратів і аналізувати пожежонебезпечні ситуації в них.
2. Розвивати у здобувачів вищої освіти уміння застосовувати теоретичні знання в практичній роботі.

Виховна мета: 1) прищеплення здобувачам вищої освіти зацікавлення у виконанні інженерних досліджень в галузі безпеки електроустановок;

Термін: 2 академічні години (80 хвилин).

Місце проведення: згідно розкладу занять.

Групи: здобувачі вищої освіти 3 курсу.

Матеріальне забезпечення: 1. Плакати. 2. Картки.

Навчальна література:

1. Кулаков О.В., Росоха В.О. Електротехніка та пожежна профілактика в електроустановках. Підручник – Харків: НУЦЗУ, 2010. – С. 111-187.

2. Методичні вказівки до виконання контрольних (модульних) робіт / «Пожежна безпека електроустановок». «Електротехніка та безпека електроустановок». Розділ 1 «Електротехніка» // О.В. Кулаков, О.М. Григоренко, А.М. Катунін, С.В. Гарбуз. - Харків: НУЦЗ України, 2017.

План проведення заняття

1. Усний контроль знань курсантів за темою «Електричні машини та апарати» - 15 хв.
2. Рішення задач біля дошки під керівництвом викладача - 45 хв.
3. Самостійне рішення курсантами задач по варіантам - 15 хв.
4. Відповіді на питання, підведення результатів заняття, видача завдання на самопідготовку - 5 хв.

Вказівки за методикою проведення заняття

1.1. Усний контроль знань курсантів по темі «Трифазний струм».

Приблизний перелік питань	Відповіді
Дайте визначення трансформатору	Трансформатором називається електромагнітний апарат, призначений для перетворення електричної енергії змінного струму з одними параметрами в електричну енергію з іншими параметрами. У трансформаторі перетворюється напруга, струм, початкова фаза. Частота залишається незмінною.
Параметри трансформатору: коефіцієнт трансформації, ККД трансформатору	Коефіцієнтом трансформації: $k = \frac{E_1}{E_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$ ККД трансформатору: $\eta = \frac{P_2}{P_1}$
Конструкція та принцип дії трансформатору.	- магнітна система (магнітопровід або осердя); - обмотки; система охолодження.
Режими роботи трансформатору.	- режим холостого ходу; - режим навантаження; - режим короткого замикання.

Класифікація електричних машин змінного струму	Синхронні, асинхронні. Асинхронні поділяються на: - безколекторні (основний тип); - колекторні. Асинхронні безколекторні двигуни бувають: - двигун з фазним ротором (з контактними кільцями); - двигун з короткозамкненим (КЗ) ротором.
Конструкція та принцип дії асинхронного двигуна	Дивись посібник Кулаков ,Росоха стор. 123-125.
Основні параметри та характеристики асинхронного двигуна	Дивись посібник Кулаков ,Росоха стор. 125-130.

МВ: при відповідях курсанти можуть використовувати плакати та схемами.

2. Рішення задач біля дошки під керівництвом викладача

Задача № 1

Однофазний трансформатор, має наступні дані: $U_1=6000$ В., $U_{20}=400$ В., $r_1=4,3$ Ом, $X_1=8,6$ Ом, $r_2=0,019$ Ом; $X_2=0,038$ Ом, живить навантаження $Z_n=1,8$ Ом, навантаження має індуктивний характер та $\cos \varphi_n=0,8$. Визначити величину напруги U_2 на затискачах вторинної обмотки трансформатору.

Дано: $U_1=6000$ В., $U_{20}=400$ В., $r_1=4,3$ Ом, $X_1=8,6$ Ом, $r_2=0,019$ Ом; $X_2=0,038$ Ом, $Z_n=1,8$ Ом, $\cos \varphi_n=0,8$.

Визначити: U_2 .

Р І Ш Е Н Н Я

Скористуємось спрощеною схемою заміщення (рис. 1) та визначимо опори цієї схеми.

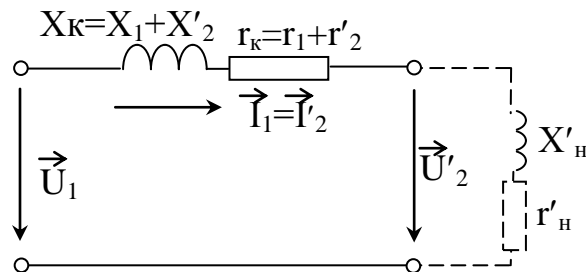


Рис. 1

Коефіцієнт трансформації:

$$k = \frac{U_1}{U_{20}} = \frac{6000}{400} = 15.$$

Опори дорівнюють:

$$\begin{aligned} r'_2 &= r_2 \cdot k^2 = 0,019 \cdot 225 = 4,26 \text{ Ом}; \\ X'_2 &= X_2 \cdot k^2 = 0,038 \cdot 225 = 8,55 \text{ Ом}; \\ r_k &= r_1 + r'_2 = 4,3 + 4,26 = 8,56 \text{ Ом}; \\ X_k &= X_1 + X'_2 = 8,6 + 8,55 = 17,15 \text{ Ом}; \\ r_n &= Z_n \cdot \cos \varphi_n = 1,8 \cdot 0,8 = 1,44 \text{ Ом}; \\ X_n &= Z_n \cdot \sin \varphi_n = 1,8 \cdot 0,6 = 1,08 \text{ Ом}; \\ r'_n &= r_n \cdot k^2 = 1,44 \cdot 225 = 325 \text{ Ом}; \end{aligned}$$

$$X'_n = X_n \cdot k^2 = 1,08 \cdot 225 = 244 \text{ Ом};$$

$$Z'_n = Z_n \cdot k^2 = 1,8 \cdot 225 = 405 \text{ Ом}.$$

Опір всього кола:

$$Z = \sqrt{(r_n + r'_n)^2 + (X_k + X'_n)^2} = \sqrt{(8,56 + 325)^2 + (17,15 + 244)^2} = 423 \text{ Ом}.$$

Струм у колі:

$$I_1 \approx I'_2 = \frac{U_1}{Z} = \frac{6000}{423} = 14,2 \text{ А}.$$

Приведена напруга на затискачах вторинної обмотки:

$$U'_2 = I'_2 \cdot Z'_n = 14,2 \cdot 405 = 5750 \text{ В}.$$

Фактична напруга на затискачах вторинної обмотки:

$$U_2 = \frac{U'_2}{k} = \frac{5750}{15} = 383 \text{ В}.$$

Задача № 2

Асинхронний двигун з короткозамкненим ротором підключений до мережі з лінійною напругою $U_{л}=380 \text{ В}$. Технічні дані двигуна: частота обертового магнітного потоку статора $n_1=3000 \text{ об/хв}$, частота обертання ротора $n_2=2850 \text{ об/хв}$, струм статора двигуна $I_n=3,7 \text{ А}$, коефіцієнт корисної дії $\eta=81,5\%$, кратність пускового струму $\frac{I_n}{I_n} = 6$,

кратність пускового моменту $\frac{M_n}{M_n} = 1,2$, коефіцієнт потужності $\cos\varphi_1=0,87$.

Визначити для номінального режиму роботи двигуна наступні дані:

1. Ковзання ротора двигуна S .
2. Споживану потужність з мережі P_1 .
3. Корисну потужність на валу двигуна P_2 .
4. Номінальний M_n і пусковий M_n моменти обертання.
5. Сумарні втрати в двигуні ΣP .
6. Струм при пуску двигуна I_n .

Дано: $U=380 \text{ В}$, $n_1=3000 \text{ об/хв}$, $n_2=2850 \text{ об/хв}$, $I_n=3,7 \text{ А}$, $\eta=81,5\%$, $\frac{I_n}{I_n} = 6$,

$$\frac{M_n}{M_n} = 1,2, \cos\varphi_1=0,87.$$

Визначити: S , P_1 , P_2 , M_n , M_n , ΣP , I_n .

Р І Ш Е Н Н Я

1. Визначимо ковзання, застосувавши формулу: $S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{3000 - 2850}{3000} = 0,05$, або

$$S=5\%.$$

2. Визначимо споживану двигуном потужність:

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 3,7 \cdot 0,87 = 2120 \text{ Вт} = 2,12 \text{ кВт}$$

3. Корисну потужність P_2 і сумарні втрати ΣP в двигуні визначимо за формулою:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{P_1 - \Sigma P}{P_1} \cdot 100\%$$

$$\text{Тому } P_2 = P_1 \cdot \eta = 2,12 \cdot 0,815 = 1,73 \text{ кВт}$$

$$\Sigma P = P_1 - P_2 = 2,12 - 1,73 = 0,39 \text{ кВт}$$

4. Номінальний момент обертання M_H визначаємо за формулою

$$M_H = 9555 \frac{P_2}{n_2} = 9555 \cdot \frac{1,73}{2850} = 5,8 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

знаючи, що пусковий момент за умовою задачі в 1,2 рази більше номінального, одержимо:

$$M_{II} = M_H \cdot 1,2 = 5,8 \cdot 1,2 = 6,96 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

5. Визначаємо пусковий струм

$$I_{II} = 6 \cdot I_1 = 6 \cdot 3,7 = 22,2 \text{ А}.$$

3. Самостійне рішення курсантами задач по варіантам

МВ: викладач роздає картки і контролює самостійність роботи курсантів. Пояснює незрозумілі вихідні дані для розв'язання задач.

4. Відповіді на питання, підведення результатів заняття, видача завдання на самопідготовку

Терміни виставлення оцінок за рішення задач - 3 доби після заняття.

Завдання на самопідготовку: 1. Кулаков О.В., Росоха В.О. Електротехніка та пожежна профілактика в електроустановках. Підручник – Харків: НУЦЗУ, 2010. – С. 111-187.

2. Методичні вказівки до виконання контрольних (модульних) робіт / «Пожежна безпека електроустановок». «Електротехніка та безпека електроустановок». Розділ 1 «Електротехніка» // О.В. Кулаков, О.М. Григоренко, А.М. Катунін, С.В. Гарбуз. - Харків: НУЦЗ України, 2017.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
на практичне заняття № 2 за темою
«Визначення класу зони простору»
з навчальної дисципліни «Електротехніка та безпека електроустановок»
розділу 2 «Безпека електроустановок»
Тема 2.1. «Основи безпеки використання електроустановок»

НАВЧАЛЬНА МЕТА: Відпрацювання практичних навичок визначення класів зон у виробничих приміщеннях різного призначення з пожежовибухонебезпечними категоріями.

ТЕРМІН: 2 академічних години (80 хвилин).

МІСЦЕ: згідно з розкладом занять.

Н-МЗ: 1. Картки з індивідуальними завданнями - 30 шт.

НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА: 1. Кулаков О.В., Росоха В.О. Електротехніка та пожежна профілактика в електроустановках. Підручник – Харків: НУЦЗУ, 2010. – С. 236-263.

2. ПУЕ.

1. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ

1.1. Напередодні практичного заняття провести інструктаж групи про тему, мету і місце проведення практичного заняття.

1.2. Видати завдання на одержання навчальної і довідкової літератури в бібліотеці.

1.3. На початку практичного заняття викладач перевіряє наявність курсантів, наявність необхідної навчальної і довідкової літератури, повідомляє тему, мету і порядок проведення заняття.

1.4. Наприкінці заняття слід вказати термін ліквідації заборгованостей за результатами цього ПЗ.

2. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

№ з/п	Основні питання	Додаткові питання	Дидактичний матеріал, вказівки викладачеві	Література
1	2	3	4	5
1.	Основні поняття і терміни, що використовуються при визначенні класів зон (20 хв.)	Розглянути наступні поняття: - температура спалаху; - легкозаймиста рідина; - горюча рідина; - температура samozапалювання; - вибухонебезпечна суміш; - верхні і нижні концентраційні межі запалення; - приміщення; - зовнішня установка; - вибухонебезпечна зона	Викладачеві з'ясувати в слухачів ступінь оволодіння основними поняттями і визначеннями. Для цього попросити добровільно роз'яснити такі поняття як "приміщення", "зовнішня установка", "горюча рідина", "легкозаймиста рідина", "вибухонебезпечна зона". Опитати по 2-3 курсанти по кожному питанню з виставлянням оцінок.	ПБЕ, п.п.4.2.1.-4.2.29; Абдуррагімов А.С. Фізико-хімічні основи розвитку і припинення горіння.
2.	Класифікація вибухонебезпечних і	У цьому питанні розглянути визначення вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зон згідно ПБЕ: Вибухонебезпечна зона - простір у приміщенні або навколо зовнішньої установки, у якому присутнє	Опитати по 2-3 курсанта по кожному питанню; обов'язково кожний повинний	ПБЕ, п.п. 4.5.1-4.5.15

	<p>пожежонебезпечних зон (60 хв.)</p>	<p>вибухонебезпечне середовище або воно може утворюватися внаслідок природних чи виробничих чинників у такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу та експлуатації.</p> <p>Вибухонебезпечна зона класу 0 - простір, у якому вибухонебезпечне середовище наявне постійно або протягом тривалого часу.</p> <p>Вибухонебезпечна зона класу 0 може мати місце тільки в межах корпусів технологічного обладнання.</p> <p>Вибухонебезпечна зона класу 1 - простір, у якому вибухонебезпечне середовище може утворитися під час нормальної роботи (тут і далі нормальна робота - ситуація, коли установка працює відповідно до своїх розрахункових параметрів).</p> <p>Вибухонебезпечна зона класу 2 - простір, у якому вибухонебезпечне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо воно виникає, то рідко і триває недовго. У цих випадках можливі аварії катастрофічних розмірів (розрив трубопроводів високого тиску або резервуарів значної місткості) не повинні розглядатися під час проектування електроустановок.</p> <p>Частоту виникнення і тривалість вибухонебезпечного газо-пароповітряного середовища визначають за правилами (нормами) відповідних галузей промисловості.</p> <p>Вибухонебезпечна зона класу 20 - простір, у якому під час нормальної експлуатації вибухонебезпечний пил у вигляді хмари присутній постійно або часто в кількості, достатній для утворення небезпечної концентрації суміші з повітрям, і (або) простір, де можуть утворюватися пилові шари непередбаченої або надмірної товщини. Звичайно це має місце всередині обладнання, де пил може формувати вибухонебезпечні суміші часто і на тривалий термін.</p> <p>Вибухонебезпечна зона класу 21 - простір, у якому під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилу у вигляді хмари в кількості, достатній для утворення суміші з повітрям вибухонебезпечної концентрації.</p> <p>Ця зона може включати простір поблизу місця порошкового заповнення або осідання і простір, де під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилових шарів, які можуть утворювати небезпечну концентрацію вибухонебезпечної пилоповітряної суміші.</p> <p>Вибухонебезпечна зона класу 22 - простір, у якому вибухонебезпечний пил у завислому стані може з'являтися не часто й існувати недовго або в якому шари вибухонебезпечного пилу можуть існувати й утворювати вибухонебезпечні суміші в разі аварії. Ця зона може включати простір поблизу обладнання, що містить пил, який може вивільнюватися шляхом витoku і формувати пилові утворення.</p>	<p>привести приклад зони. Викладач після кожного визначення називає найбільше що часто зустрічаються в практичній діяльності приклади виробництв із даними зонами.</p>	
3.	<p>Особливості визначення класів зон (30 хв.)</p>	<p>При визначенні розмірів вибухонебезпечних зон у приміщеннях слід враховувати:</p> <p>1) під час проектування вибухонебезпечних установок повинні бути передбачені заходи, які б забезпечували мінімальну кількість та незначні розміри вибухонебезпечних зон;</p>	<p>По кожній з особливостей попросити курсантів дати роз'яснення. Привести приклад по розмірам</p>	<p>з 1-2 дати розмірам ПБЕ, п.п. 4.5.8-4.5.10</p>

		<p>2) при розрахунковому надлишковому тиску вибуху газо-пароповітряної вибухонебезпечної суміші, що перевищує 5 кПа, вибухонебезпечна зона займає весь об'єм приміщення;</p> <p>3) вибухонебезпечна зона класів 20, 21, 22 займає весь об'єм приміщення;</p> <p>4) при розрахунковому надлишковому тиску вибуху газо-пароповітряної вибухонебезпечної суміші, що дорівнює або менше 5 кПа, вибухонебезпечна зона займає частину об'єму приміщення і визначається відповідно до норм технологічного проектування або розраховується технологіями. За відсутності даних допускається приймати вибухонебезпечну зону в межах до 5 м по вертикалі і горизонталі від технологічного апарата, з якого можливий викид ГГ або парів ЛЗР;</p> <p>5) при розрахунковому надлишковому тиску вибуху в приміщенні, що не перевищує 0,5 кПа, вибухонебезпечна зона відсутня;</p> <p>6) при розрахунковому надлишковому тиску вибуху пилоповітряної суміші, парів горючої рідини (ГР), що дорівнює або менше 5 кПа, матиме місце пожежонебезпечна зона;</p> <p>7) простір за межами вибухонебезпечних зон класу 2 і 22 не вважається вибухонебезпечним, якщо немає інших умов, що створюють для нього вибухонебезпеку.</p> <p>Приміщення виробництв, пов'язаних з газоподібним воднем, у яких технологічний процес з урахуванням дії природної витяжної вентиляції унеможливує появу розрахункового надмірного тиску вибуху, що перевищує визначене галузевими нормами значення як під час нормальної роботи, так і в разі аварії чи виробничої неполадки, мають вибухонебезпечну зону класу 2 тільки у верхній частині приміщення від відмітки 0,75 загальної його висоти від рівня підлоги, але не вище кранової колії, якщо така є (наприклад, приміщення електролізу, зарядні станції тягових і стартерних акумуляторних батарей).</p> <p>У разі використання для фарбування виробів, які можуть утворювати вибухонебезпечні суміші, коли фарбувальні та сушильні камери розміщуються у загальному технологічному потоці виробництва при виконанні вимог ГОСТ 12.3.005, зона вважається вибухонебезпечною в межах до 5 м по горизонталі і вертикалі від відкритих прорізів фарбувальних і сушильних камер.</p> <p>При безкамерному фарбуванні виробів зона вважається вибухонебезпечною в межах до 5 м по горизонталі і вертикалі від краю ґрат, від свіжо-пофарбованих виробів і ємностей з горючими матеріалами.</p> <p>Клас вибухонебезпечної зони на відстані 5 м визначається галузевими нормативними документами в залежності від способу фарбування і характеристики лакофарбувальних матеріалів, а також з урахуванням класу вибухонебезпечної зони в приміщенні.</p> <p>Класи і розміри вибухонебезпечних зон для зовнішніх вибухонебезпечних установок повинні прийматися відповідно до норм технологічного проектування та особливостей технологічних процесів і затверджуватися в установленому порядку згідно з чинним законодавством.</p>	<p>вибухонебезпечної зони. Зробити посилання на методику визначення обсягу вибухонебезпечної суміші. Зробити посилання на нормативні документи, що визначають методику розрахунків. Розглянути приклад визначення класу зони у фарбувальній камері й у фарбувальному цеху.</p> <p>Для загального контролю видати картки з завданнями дати визначення і привести приклад класу зони.</p>	
--	--	--	---	--

		У всіх випадках слід враховувати досвід експлуатації діючих вибухонебезпечних установок.		
4.	Класифікація вибухонебезпечних на категорії і групи (45 хв.).	Розглянути наступні підпитання. 1. По якому принципі виконана класифікація сумішей ЛЗР, горючих газів з повітрям. 2. Класифікація сумішей за ПВВЕ і ПВВРЕ 3. Що таке середовище і яка параметрами воно визначається. Приклад: Циклогексан 1Г 1ТЗ ПАТЗ Водень 4А 4Т1 ПАТЗ Середовище : 4Г 4ТЗ ПСТЗ Висновок: електричне устаткування повинне бути розраховане на найбільш небезпечне середовище.	Використовувати при опитуванні плакати (БЕМЩ, категорії і групи вибухонебезпечних сумішей) Таблиці ПУЕ на плакатах. Роздати картки з табл. 7.3.3 ПУЕ на кожен стіл. Кожному курсантові самостійно визначити по картці параметри вибухонебезпечного середовища.	ПБЕ, п.п. 4.3.1-4.3.5 с. 626-628 ПУЕ, додаток 1 Табл. 7.3.1, 7.3.2, П.1.1-П.1.5

3. ПІДВЕДЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗАНЯТТЯ

- 3.1. Викладач підводить результати заняття в цілому, відзначаючи при цьому курсантів, що самостійно працювали над розв'язанням завдань та виконали їх найбільш повно. Також відзначаються найбільш характерні помилки курсантів. Викладач протягом 3 діб перевіряє контрольні роботи та виставляє одержані оцінки в навчальний журнал групи.
- 3.2. Курсанти, які одержали незадовільні оцінки, повторно відповідають на картки у часи самопідготовки.

4. ЗАВДАННЯ НА САМОПІДГОТОВКУ

1. Повторити тему «Схема підключення споживачів електроенергії».

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
на практичне заняття № 3 за темою
«Тепловий розрахунок мереж»
з навчальної дисципліни «Електротехніка та безпека електроустановок»
розділу 2 «Безпека електроустановок»
Тема 2.3 «Захист електричних мереж від небезпечних режимів роботи»

Навчальна мета: навчити здобувачів вищої освіти послідовності виконання теплового розрахунку силових та освітлювальних мереж;

- навчити здобувачів вищої освіти визначати необхідний перетин проводів та кабелів;
- привити навички аналізу параметрів електромережі, які визначають її пожежонебезпеку.

Час: 2 години (80 хвилин).

Місце проведення: згідно з розкладом занять.

Навчально-матеріальне забезпечення:

1. ПУЕ, 2. ПБЕ.

Навчальна література:

1. Кулаков О.В., Росоха В.О. Електротехніка та пожежна профілактика в електроустановках. Підручник – Харків: НУЦЗУ, 2010. – С. 330-350.

План проведення заняття:

1. Проведення опитування курсантів по раніше вивченому матеріалу - 10 хв.
2. Розрахунок кількості світильників, необхідних для освітлення приміщення - 10 хв.
3. Проектування освітлювальної мережі - 5 хв.
4. Тепловий розрахунок освітлювальної мережі - 25 хв.
5. Самостійне розв'язання задачі - 20 хв.
6. Видача завдання на виконання курсового проекту - 5 хв.
7. Видача завдання на самопідготовку та підведення підсумків заняття - 5 хв.

ОРГАНІЗАЦІЯ І ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ

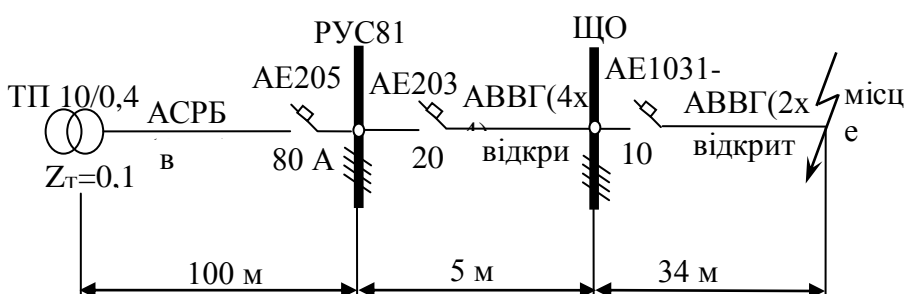
Заняття проводиться одним викладачем в аудиторному приміщенні. Для проведення заняття готуються такі плакати:

1. Номінальні параметри запобіжників.
2. Номінальні параметри автоматичних вимикачів.
3. Коефіцієнт використання світлового потоку.
4. Значення питомої потужності освітлювальної установки.
5. Світлові й електричні параметри джерел світла.

Напередодні заняття слід попередити командира групи про те, щоб курсанти принесли на заняття мікрокалькулятори, ПУЕ і Методичні вказівки для вирішення задач з дисципліни “Електротехніка та ППЕ”.

ЗМІСТ ПИТАННЯ	МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
1. ОПИТУВАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ Питання для перевірки знань: 1.1. Світловий потік, освітленість, їхня розмірність, визначення. 1.2. Порядок визначення коефіцієнта використання світлового потоку ламп. 1.3. Порядок визначення нормативної освітленості робочого місця в приміщенні. 1.4. Порядок розміщення світильників на плані приміщенні. 1.5. Порядок визначення розрахункового струму однієї групи освітлювальної мережі (для однофазної і трифазної мереж). 1.6. Умова вибору перетину провідника по робочому струму.	Опитування проводиться в усній формі. По кожному питанню відповідають 2-3 курсанти. При необхідності - доповнення. Перелік питань оголошується командиру групи напередодні заняття. Курсантам оголосити, що відповіді враховуються при

<p>1.7. Умови вибору апаратів захисту. 1.8. Перевірка апаратів захисту освітлювальної мережі по струму короткого замикання при КЗ наприкінці групи, що захищається .</p>	<p>виставленні загальної оцінки за заняття. Після відповіді викладач дає оцінку її правильності. В міру необхідності задавати навідні запитання. Акцентувати увагу курсантів на значенні розглянутих питань при проведенні теплового розрахунку.</p>
<p>2. Розрахунок кількості світильників, необхідних для освітлення приміщення. Роздивимося методику розрахунку на прикладі задачі з такими вихідним даними:</p> <ul style="list-style-type: none"> • приведений опір трансформатора $Z_T = 0,112 \text{ Ом}$; • довжина лінії від ТП до головного РЩ $l_m = 100 \text{ м}$; • розміри приміщення $A \times B \times H$: $18 \times 12 \times 4 \text{ м}$; • відстань від головного РЩ до ЩО - 5 м; • висота світильників над поверхнею $H_p = 2,8 \text{ м}$; • коефіцієнт мінімальної освітленості $Z = 1,15$; • коефіцієнт відбитка стін $\rho_{\text{ст}} = 30\%$; • коефіцієнт відбитка стелі $\rho_{\text{ст}} = 50\%$; • потужність лампи у світильнику $P_n = 0,5 \text{ кВт}$; • найменування помешкання - шліфувальної ділянки меблевої фабрики, зона класу 22. 	<p>Нагадати, що всі розрахунки, виконувані в ході даного заняття, входять в склад курсового проекту. Методичні рекомендації. Розрахунок кількості світильників вивчити на конкретному прикладі.</p>
<p>2.1. Визначаємо по ПБЕ виконання світильника і його тип по довіднику. Відповідно до табл. 4.9 припускається застосування в зоні класу 22 світильників із ступенем захисту оболонки IP 54. Вибираємо по довіднику світильник марки: НСП19 (IP54).</p>	
<p>2.2. Визначаємо показник приміщення: $i = \frac{S}{H_p \cdot (A + B)} = \frac{12 \cdot 18}{0,7 \cdot 4 \cdot (12 + 18)} = 2,6$</p>	<p>Всі чотири таблиці вивісити на дошці і пояснити порядок їхнього використання.</p>
<p>2.3. Визначаємо по таблицях довідника необхідні розміри:</p> <ul style="list-style-type: none"> • коеф. запасу (табл. Д17 МВ по проектуванню КП: $K_3 = 1.7$); • нормативна освітленість (табл. 16 МВ: $E = 200 \text{ лк}$ - для робіт, що виконуються з контролем деталей розміром не менше 5 мм; • коефіцієнт використання світлового потоку (табл. 19 МВ), фон темний $\eta = 0,5$ (для $i = 2,6$); • світловий потік лампи (табл. Д18 МВ: $\Phi = 8300 \text{ лм.}$) - при $U_n = 220 \text{ В}$. 	<p>Пояснити, чому при визначенні коефіцієнта використання обрані саме світильники типу "Універсаль". Зробити схематичний малюнок на дошці.</p>
<p>2.4. Визначаємо необхідну кількість світильників по формулі: $N \cdot \Phi = \frac{E \cdot S \cdot z \cdot K_3}{\eta} = \frac{200 \cdot 18 \cdot 12 \cdot 1,15 \cdot 1,5}{0,5} = 149040$ $N = \frac{149040}{8300} \approx 18$ Приймаємо 20 світильників с запасом.</p>	
<p>3. Проектування освітлювальної мережі. 3.1. Вимоги ПУЕ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • кількість ламп розжарювання або ДРЛ у групі повинно бути не більш 20, а люмінесцентних ламп - не більш 50 штук (п. 6.2.10. ПУЕ); • освітлювальний щиток повинний по виконанню відповідати класу зони в приміщенні; • навантаження окремих фаз повинне відрізнятись не більш, ніж на 30%; • вимоги до вибору марки провідника розглядалися раніше. 	<p>Назвати нормативні документи, що накладають визначені вимоги на проектування освітлювальної мережі і перерахувати ці вимоги.</p>
<p>3.2. Вибір схеми освітлювальної мережі. В якості ГРЩ приймаємо розподільний силового пункту типу РУС8100, що комплектуються автоматичними вимикачами АЕ1000 (АЕ2000) (додаток 11). Кількість світильників у кожній групі приймаємо рівним 4. Тому кількість груп - 5. В освітлювальну мережу включаємо щит типу ЩО до 24 відгалужень, що може комплектується автоматичними вимикачами АЕ 1031-11 з комбінованим розчіплювачем.</p>	<p>Вказати найменування довідкової літератури (МП до виконання КП). Відмітити, що схема підключення освітлювальних щитків може бути і іншою, навести приклади.</p>

<p>4. Тепловий розрахунок освітлювальної мережі.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Метою розрахунку є визначення: • перетинів жил кабелю групових і магістральної лінії для освітлювального щитка; • відповідності провідників і апаратів захисту друг другу. 	<p>Нагадати практичні ситуації, коли співробітнику пожежної охорони припадає виконувати розрахунок такого роду.</p>
<p>4.1. Визначення розрахункового струму в груповій лінії.</p> $I_{p.гр}^k = \frac{P_{ном.гр}^k \cdot 10^3}{U_{\phi} \cdot \cos \varphi_k} = \frac{4 \cdot 0,5 \cdot 10^3}{220 \cdot 1} \approx 9,1 A$ <p>де $P_{ном.гр.}^k$ - потужність усіх світильників, включених в одну групу, кВт, $\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності, рівний 1 (лампи накаливання)</p>	
<p>4.2. Визначаємо номінальний струм розчеплювача автомата АЕ1031-11 за умовою: $I_{ном.ел.м.зр}^k \geq I_{р.зр}^k, I_{ном.тепл.зр}^k \geq I_{р.зр}^k$; по таблиці довідника визначаємо, що $I_{ном.комб.зр}^k = 10 A$</p>	
<p>4.3. Визначаємо перетин жили кабелю марки АВВГ за умовою попередження перевантаження: $I_{прип.зр}^k \geq I_{р.зр}^k$</p> <p>За таблицю № 1.3.7 [1] підбираємо для групової лінії кабель АВВГ(2х2,5), для якого $I_{прип.зр}^k = 21 A$. Припустимий струм $I_{прип.зр}^k$ перевіряється за умовою (п.3.1.11 [1]):</p> $0,8 \cdot I_{прип.зр}^k \geq I_{ном.тепл.зр}^k$ <p>$0,8 \cdot 21 = 16,8 A \geq 10 A$ - умова виконується</p>	<p>Приймається трьохжильний кабель для умикання світильників у різні фази і рівномірне навантаження всіх трьох фаз мережі. Четверта жила – нульова.</p>
<p>4.4. Розраховуємо розподільну освітлювальну мережу: Захист розподільної освітлювальної мережі (від щита ГРЩ до ЩО) від КЗ здійснюється триполюсним автоматом АЕ2033. Кількість груп – 5. Тому:</p> $I_{р(3\phi)}^{ЩО} = I_{р.гр}^k \cdot K_{3\phi} = 9,1 \cdot 2 = 18,2 A.$	
<p>4.5. За таблицею додатку 14 з умови $I_{ном.ел.м}^{ЩО} \geq I_{р(3\phi)}^{ЩО}$ приймаємо триполюсний автомат АЕ2033 з електромагнітним розчіплювачем $I_{ном.ел.м}^{ЩО} = 20 A$.</p>	<p>Зорієнтувати курсантів на довідкові таблиці в задачнику по ППЕ, методичних вказівок з виконання курсового проекту.</p>
<p>4.6. вибираємо площу перерізу жил проводів або кабелів розподільної освітлювальної мережі за умовою:</p> $I_{прип}^{ЩО} \geq I_{р(3\phi)}^{ЩО}.$ <p>За таблицею 1.3.7 [1] підбираємо для розподільної освітлювальної мережі кабель марки АВВГ(4х4) з площею перерізу жил 4 мм^2, для якого $I_{прип}^{ЩО} = 27 A$</p> <p>Перевіримо правильність вибору площу перерізу жил з умови (п.3.1.9 [1]):</p> $I_{сп.ел.м}^{ЩО} \leq 4,5 \cdot I_{прип}^{ЩО}.$ <p>Триполюсний автомат АЕ2033 з електромагнітним розчіплювачем $I_{ном.ел.м}^{ЩО} = 20 A$ має струм спрацьовування $I_{сп.ел.м}^{ЩО} = 3 \cdot I_{ном.роз} = 3 \cdot 20 = 60 A$.</p> <p>Підставляємо: $60 A \leq 4,5 \cdot 27 = 122 A$ - умова виконується.</p>	<p>Вивісити на дошці таблиці ПУЕ для визначення перетинів жил провідників.</p>
<p>4.7. Надійне відключення забезпечується, якщо виконується наступна умова (п.4.10.3 [2]) - для автомату з електромагнітним розчіплювачем до 100 А):</p> $\frac{I_{кз}^{\phi-o}}{I_{н.роз.}} \geq 1,4, \text{ де } I_{кз}^{\phi-o} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\phi-o}}.$ <p>Розрахунок опору кола КЗ виконується для схеми, яка зображена на рис.</p> 	<p>При виконанні розрахунку використовувати “Методичні вказівки до виконання курсового проекту по дисципліні “Електротехніка і ППЕ””.</p>

<p>Значення $Z_{\phi-o}$ визначається за формулою:</p> $Z_{\phi-o} \approx \sqrt{(\sum R_{\phi} + \sum R_o + \sum R_k)^2 + (\sum X_{\phi} + \sum X_o)^2} + Z_T, [\text{Ом}],$ <p>де $R_{\phi} = \rho_{\phi} \cdot \frac{\ell}{S_{\phi}}$; $X_{\phi} = a_{\phi} \cdot \ell$, [Ом] - відповідно активний і індуктивний опір ділянки фазного кола, протягом якої провідник має однаковий переріз і марку;</p> <p>$R_o = \rho_o \cdot \frac{\ell}{S_o}$; $X_o = a_o \cdot \ell$, [Ом] - те ж, але для нейтрального провідника;</p> <p>S_{ϕ} та S_o, [мм²] - переріз жил фазного і нейтрального провідників, відповідно;</p> <p>$\rho=32 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{км}$ - питомий опір матеріалу провідника (алюміній);</p> <p>$\rho=19 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{км}$ - питомий опір матеріалу провідника (мідь);</p> <p>ℓ, [км] - довжина ділянки з однаковим перерізом жил і однакою маркою провідника;</p> <p>a - середнє значення індуктивного опору ділянки провідника (для кабелю $a = 0,07 \text{ Ом}\cdot\text{км}$, для проводу $a = 0,09 \text{ Ом}\cdot\text{км}$);</p> <p>$R_k$, [Ом] - перехідний опір контактних з'єднань:</p> <p>$R_k = 0,015 \text{ Ом}$ - для РЩ на підстанції,</p> <p>$R_k = 0,020 \text{ Ом}$ - для розподільних щитків, підключених від підстанції,</p> <p>$R_k = 0,025 \text{ Ом}$ - для вторинних розподільних щитків і на затискачах апаратів, підключених від первинних цехових щитків,</p> <p>$R_k = 0,03 \text{ Ом}$ - для апаратури, установленої безпосередньо перед електричними приймачами (вимикачі, контактори, пускачі), підключеною від вторинних розподільних щитків;</p> <p>$Z_T = 0,112 \text{ Ом}$ – приведений опір трансформатора струму КЗ.</p> <p>Підставляємо:</p> $\sum R_{\phi} = \sum \rho_{\phi} \cdot \frac{\ell}{S_{\phi}} = 32 \cdot \left(\frac{0,1}{10} + \frac{0,005}{4} + \frac{0,012+0,018+0,004}{2,5} \right) \approx 0,795 \text{ Ом},$ $\sum R_o = \sum \rho_o \cdot \frac{\ell}{S_o} = 32 \cdot \left(\frac{0,1}{10} + \frac{0,005}{4} + \frac{0,012+0,018+0,004}{2,5} \right) \approx 0,795 \text{ Ом},$ $\sum R_k = 0,015 + 0,020 + 0,025 + 0,03 = 0,09 \text{ Ом},$ $\sum X_{\phi} = \sum a_{\phi} \cdot \ell = 0,07 \cdot (0,1 + 0,005 + 0,034) \approx 0,01 \text{ Ом},$ $\sum X_o = \sum a_o \cdot \ell = 0,07 \cdot (0,1 + 0,005 + 0,034) \approx 0,01 \text{ Ом},$ $Z_{\phi-o} \approx \sqrt{(\sum R_{\phi} + \sum R_o + \sum R_k)^2 + (\sum X_{\phi} + \sum X_o)^2} + Z_T =$ $= \sqrt{(0,795 + 0,795 + 0,09)^2 + (0,01 + 0,01)^2} + 0,112 =$ $= \sqrt{2,822 + 0,0004} + 0,112 \approx 1,792 \text{ Ом},$ $I_{\text{кз}}^{\phi-o} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\phi-o}} = \frac{220}{1,792} \approx 123 \text{ А},$ $\frac{I_{\text{кз}}^{\phi-o}}{I_{\text{н.роз.}}} = \frac{123}{10} = 12,3 \geq 1,4 - \text{ умова виконується.}$	<p>Нагадати, звідки виводяться дані формули.</p> <p>Обов'язково відзначити розмірність величин, що підставляються у формули. Називати номери довідкових таблиць і назви довідкової літератури. Контролювати хід виконання розрахунків на місцях.</p>
---	--

5. Самостійне рішення задачі.

Курсантам пропонується на оцінку вирішити задачу № 1, 2, 3 (с. 14-19) із «Методичних вказівок до вирішення задач з дисципліни «Пожежна профілактика електроустановок» по індивідуальному варіанту за номером по списку у навчальному журналі. Рішення оформляється на аркушах, які потім здаються на перевірку викладачу.

7. Видача завдання на виконання курсового проекту.

Метою курсового проекту (КП) є вибір електрообладнання для виробничого приміщення

Варіант вихідних даних для розрахунку вибирається з методичних вказівок для виконання курсового проекту.

Викладач дає вказівки щодо вибору варіанту, та порядку оформлення роботи, нагадує літературу яку треба використовувати при виконанні КП.

6. Видача завдання на самопідготовку і підведення результатів заняття.

Наприкінці заняття відзначити курсантів, що добре працювали на занятті і можуть одержати добру або відмінну оцінку у залежності від результатів перевірки виконаного ними розрахунку.

Також слід виділити курсантів, яким погрожує незадовільна оцінка по даній темі. Визначити термін перевірки виконаних робіт і довести його до відома командира групи.

Завдання на самопідготовку:

1. Кулаков О.В., Росоха В.О. Електротехніка та пожежна профілактика в електроустановках. Підручник – Харків: НУЦЗУ, 2010. – С. 330-350.
2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту / «Пожежна безпека електроустановок». «Електротехніка та безпека електроустановок». // О.В. Кулаков, О.М. Григоренко, А.М. Катунін, С.В. Гарбуз. - Харків: НУЦЗ України, 2017.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
на практичне заняття № 4 за темою
«Розрахунок блискавкозахисту»
з навчальної дисципліни «Електротехніка та безпека електроустановок»
розділу 2 «Безпека електроустановок»
Тема 2.4. «Статична електрика. Блискавкозахист»

Навчальна мета: навчити здобувачів вищої освіти послідовності розрахунку блискавкозахисту, привити навички аналізу параметрів блискавкозахисту.

Час: 2 години (80 хвилин).

Місце проведення: згідно з розкладом занять.

Навчально-матеріальне забезпечення:

1. Калькулятори. 2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту – 15 пр. 4. ПУЕ – 15 пр.

Навчальна література:

1. Кулаков О.В., Росоха В.О. Електротехніка та пожежна профілактика в електроустановках. Підручник – Харків: НУЦЗУ, 2010. – С. 468-499.
2. ПУЕ.
3. ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд (ІЕС 62305:2006 NEC).

ПЛАН ПРОВЕДЕННЯ ЗАНЯТТЯ

1. Проведення опитування курсантів 30 хв.
2. Розв'язання задач по розрахунку блискавкозахисту під керівництвом викладача – 50 хв.
3. Самостійне розв'язання задач згідно індивідуального завдання – 70 хв.
4. Підведення підсумків заняття та видача завдання на самопідготовку – 10 хв.

ОРГАНІЗАЦІЯ І ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ

Заняття проводиться одним викладачем в аудиторному приміщенні. Для проведення заняття готуються плакати по блискавкозахисту.

Напередодні заняття слід попередити командира групи щоб курсанти принесли на заняття мікрокалькулятори, ПУЕ, ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд.

ЗМІСТ ПИТАННЯ	МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
<p><u>1. Проведення опитування курсантів.</u> <u>Питання для перевірки знань:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. За якими принципами визначаються рівні блискавкозахисту? 2. Які бувають типи блискавкоприймачів? 3. Як виконується захист від вторинних дій блискавки? 4. Які вимоги до заземлювачів блискавкозахисту? 5. Зони захисту різних блискавкоприймачів? 6. Вимоги до блискавковідводів? 	<p>Опитування проводиться в усній формі. По кожному питанню опитується 2-3 курсанта (при необхідності доповнення). Питання об'являються командиру групи напередодні заняття. Курсантам оголосити, що відповіді враховуються при виставленні оцінки за заняття. Наприкінці відповідей давати оцінку їх правильності. Задавати навідні запитання. Акцентувати увагу на значенні питань при</p>

	проведенні розрахунку блискавкозахисту.
<p><u>2. Розв'язання задач по розрахунку блискавкозахисту під курівництвом викладача.</u></p> <p>Порядок розрахунку блискавкозахисту:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) обґрунтування необхідності блискавкозахисту (класу зони за ПБЕ); 2) вибір типу блискавкоприймача; 3) розрахунок висоти блискавкоприймача – розділ 7 ДСТУ Б В.2.5-38:2008; 4) визначення інших нормованих параметрів блискавкоприймача, струмовідводів, заземлювачів; 5) заходи щодо захисту від вторинних проявів блискавки. <p>На вибір викладача курсант виконує розрахунок блискавкозахисту будинку (споруди) на дощі</p> <p>Задача №1</p> <p>Визначити висоту одиночного стрижневого блискавковідводу для захисту складу зберігання деревини, розташованого в м. Харкові. Побудувати зону захисту блискавковідводу. Розміри будинку: довжина $L=18$ м; ширина $S=12$ м; висота $h_x=4$ м.</p> <p>Рішення.</p> <p>Блискавкозахист включає в себе захист від прямих ударів блискавки (ПУБ) та захист від вторинних дій блискавки. Спочатку розраховуємо захист від ПУБ.</p> <p>Класифікую об'єкт за блискавкозахистом згідно з нормативним документом [6]. Згідно з п. 4.2.2 склад зберігання деревини відноситься до спеціальних об'єктів, так як на складі зберігання деревини утворюється пожежонебезпечна зона класу П-Па.</p> <p>Надійність виконання блискавкозахисту складу зберігання деревини від ПУБ визначається в залежності від можливо очікуваної кількості уражень об'єкта блискавкою за рік N і суспільного значення і тяжкості наслідків від дії блискавки.</p> <p>Очікувана кількість уражень складу зберігання деревини блискавкою за рік N визначається за формулою [6]:</p> $N = [(S + 6h_{об}) \cdot (L + 6h_{об}) - 7,7h_{об}^2] \cdot n \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{рік}}$ <p>де L – довжина об'єкта, м, S – ширина об'єкта, м, $h_{об}$ – найбільша висота об'єкта, м.</p> <p>Географічне місце розташування об'єкту – м. Харків. За додатком Б [6] визначаємо середню річну тривалість гроз (м. Харків) - 60-80 годин. Підставляю:</p> $n = \frac{6,7 \cdot T_{gp}}{100} = \frac{6,7 \cdot 80}{100} = 5,36 \frac{1}{\text{км}^2 \text{ рік}}$ <p>де n – щільність ударів блискавки на 1 км^2 земної поверхні за рік, $1/\text{км}^2 \text{ рік}$.</p> $N = [(S + 6h_{об}) \cdot (L + 6h_{об}) - 7,7h_{об}^2] \cdot n \cdot 10^{-6} =$ $[(12 + 6 \cdot 4) \cdot (18 + 6 \cdot 4) - 7,7 \cdot 4^2] \cdot 5,36 \cdot 10^{-6} = 0,007$	<p>Нагадати, що всі розрахунки які виконуються в ході даного заняття, входять в зміст курсового проекту. Назвати нормативні документи, що накладають вимоги на проектування блискавкозахисту. При виконанні розрахунку одиночного стрижневого блискавкоприймача пояснити, як визначаються критичні параметри h_x та r_x. Для подвійного стрижневого блискавкоприймача – h_c.</p> <p>Акцентувати увагу курсантів на практичні ситуації, коли співробітнику пожежної охорони припадає виконувати розрахунок такого роду. Пояснити, як визначаються місця розміщення блискавкоприймачів для багатократного стрижневого блискавковідводу.</p>

Рівень блискавкозахисту визначаю за таблицею Додатка А [6]. Для складу зберігання деревини (клас зони П-Па) рівень блискавкозахисту III. Надійність захисту від ПУБ (P_3) для складу буде $0,9 \div 0,95$ п.6.1.5 [6]

За завданням КП необхідно розрахувати 1-стержньовий блискавковідвід. Встановлюю блискавковідвід по центру об'єкта.

Для зовнішньої блискавкозахисної системи обираю сталєне коло[6]:

- блискавкоприймача 50 мм^2 ;
- струмовідвід 50 мм^2 .

Необхідний радіус зони захисту для складу зберігання деревини на рівні $h_x=4$ м повинен бути рівним:

$$r_x = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + \left(\frac{S}{2}\right)^2} = \sqrt{9^2 + 6^2} = \sqrt{117} = 10,8 \text{ м}.$$

Приймаємо висоту блискавковідводу $h=10$ м. Згідно з п. 7.2 [6] зона захисту буде мати вигляд конусу висотою h_0 :

$$h_0 = 0,85 \cdot h = 0,85 \cdot 10 = 8,5 \text{ м}.$$

Радіус зони захисту на рівні землі r_0 дорівнює:

$$r_0 = 1,2 \cdot h = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ м}.$$

При висоті блискавковідводу $h=10$ м радіус r_x зони захисту на висоті $h_x=4$ м буде дорівнювати:

$$r_x = \frac{r_0(h_0 - h_x)}{h_0} = \frac{12 \cdot (8,5 - 4)}{8,5} = 6,35 \text{ м} < 10,8 \text{ м}.$$

Висота блискавкозахисту не забезпечує захист об'єкту від ураження блискавкою, тому збільшую висоту блискавковідводу $h=14$ м. Тоді:

$$h_0 = 0,85 \cdot h = 0,85 \cdot 14 = 11,9 \text{ м},$$

$$r_0 = 1,2 \cdot h = 1,2 \cdot 14 = 16,8 \text{ м}$$

$$r_x = \frac{r_0(h_0 - h_x)}{h_0} = \frac{16,8 \cdot (11,9 - 4)}{11,9} = 11,15 \text{ м} < 10,8 \text{ м}$$

Тому, що розрахунковий радіус зони захисту на висоті $h_x=4$ м більше необхідного, висота блискавковідводу задовольняє умовам захисту об'єкта від ураження ПУБ з необхідною надійністю.

Захист від вторинних дій блискавки.

Екранування є основним способом зменшення електромагнітних перешкод. Для зменшення індукованих перешкод необхідно використовувати:

- зовнішнє екранування;
- раціонально прокласти кабельні лінії;
- екранування ліній живлення і зв'язку.

Кабелі всередині складу, що мають екрани, їх екрани з'єднати з системою блискавкозахисту на обох кінцях і на межах зон.

Всі провідні частини, що входять в об'єкт зовні, з'єднати з системою блискавкозахисту.

Провідники і кабелі, що входять в об'єкт на рівні землі, з'єднати з системою блискавкозахисту на цьому ж рівні.

<p style="text-align: center;">Задача №2</p> <p>Виконати розрахунок одиночного тросового блискавковідводу для будівлі з такими розмірами: довжина - 40 м. ширина - 15 м., висота до карниза – 3 м, висота до коника – 5м, відстань між опорами – 30 м. Місце установки блискавковідводу вказано на плані будівлі.</p>	
<p><u>3. Самостійне розв’язання задач згідно індивідуального завдання.</u></p>	<p>Курсанти (студенти) виконують самостійно розрахунок блискавкозахисту за власним варіантом завдання. Здають розрахунки на перевірку викладачу.</p>
<p><u>4. Підведення підсумків заняття та видача завдання на самопідготовку</u></p>	<p>Наприкінці заняття викладач відзначає курсантів (студентів), що добре працювали на занятті і одержали добру або відмінну оцінку. Також слід виділити курсантів, яким загрожує незадовільна оцінка по даній темі. Визначити термін захисту курсового проекту. Нагадати курсантам, що оцінка за виконання розрахунку блискавкозахисту виставляється у журнал не пізніше третього дня після проведення ПЗ. Зразки виконання КП наведені на стендах в аудиторії 11.</p> <p><u>Завдання на самопідготовку:</u> приступити до виконання курсового проекту.</p>

Завдання на самопідготовку: виконання курсового проекту.

1. Кулаков О.В., Росоха В.О. Електротехніка та пожежна профілактика в електроустановках. Підручник – Харків: НУЦЗУ, 2010. – С. 468-499.
2. ПУЕ.
3. ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд (ІЕС 62305:2006 NEC).

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
на практичне заняття № 5 за темою
«Захист курсового проекту»
з навчальної дисципліни «Електротехніка та безпека електроустановок»
розділу 2 «Безпека електроустановок»
Тема 2.4. «Статична електрика. Блискавкозахист»

Навчальна мета:

1. Навчити здобувачів вищої освіти відповідальності при впровадженні інженерно-технічних рішень та проведенні інженерних розрахунків.
2. Розвивати у здобувачів вищої освіти здатність оцінювання технічного стану електрогосподарства та відповідності електрообладнання вимогам чинних нормативних документів з безпеки улаштування та експлуатації електроустановок.

Тривалість заняття: 2 години академічні .

Навчально-матеріальне забезпечення:

1. Калькулятори. 2. Методичні вказівки до виконання курсової роботи – 15 пр. 4. ПУЕ – 15 пр.

Навчальна література:

1. ПУЕ - 15 пр.
2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту / «Пожежна безпека електроустановок». «Електротехніка та безпека електроустановок». // О.В. Кулаков, О.М. Григоренко, А.М. Катунін, С.В. Гарбуз. - Харків: НУЦЗ України, 2017. - 15 пр.
3. Кулаков О.В., Росоха В.О. Електротехніка та пожежна профілактика в електроустановках. Підручник – Харків: НУЦЗУ, 2010. – С. 468-499.
4. ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд (ІЕС 62305:2006 NEC).

ПЛАН ПРОВЕДЕННЯ ЗАНЯТТЯ

1. Підготовча частина – 5 хв.
2. Приймання та захист курсових робіт – 70 хв.
3. Підведення підсумків заняття та виставлення оцінок – 5 хв.

ОРГАНІЗАЦІЯ І ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ

Заняття проводиться одним викладачем в аудиторному приміщенні.

Здобувачів вищої освіти повинен заздалегідь (не пізніше як за добу до захисту) здати на перевірку викладачу-керівнику курсову роботу, а викладач-керівник повинен перевірити роботу і написати рецензію на зворотній сторінці титульного аркуша з висновком про можливість допуску до захисту.

До захисту допускається курсова робота, яка відповідає індивідуальному завданню та виконана у відповідності до Методичних вказівок до виконання курсового проекту / «Пожежна безпека електроустановок». «Електротехніка та безпека електроустановок». // О.В. Кулаков, О.М. Григоренко, А.М. Катунін, С.В. Гарбуз. - Харків: НУЦЗ України, 2017. До захисту допускається курсовий проект, виконаний у повному обсязі та який має не більше двох суттєвих недоліків. Під суттєвим недоліком розуміються помилки, що призводять до неправильного виконання одного з розділів курсового проекту.

Напередодні викладач-керівник курсового проекту повинен повідомити старосту (командира) навчальної групи про місце і порядок проведення захисту.

Хід проведення захисту:

Заняття проводиться в 3 етапи:

- вступ - 5 хв.,
- захист курсових проектів – не більш 0,33 год. на кожного здобувача вищої освіти,
- підведення результатів захисту - 5 хв.

Методичні вказівки щодо проведення захисту курсового проекту:

У вступі викладач-керівник курсової роботи наводить відомості про те, хто із здобувачів вищої освіти не допущений до захисту і по якій причині. Курсовий проект, не допущена до захисту, за рішенням комісії повертається на переробку виконавцю або йому надається нова тема роботи (нове завдання).

Захист проводиться особисто кожним здобувачем вищої освіти перед комісією з двох викладачів, один з яких є керівником курсового проекту.

Як правило, при захисті здобувачеві вищої освіти задається 2-3 питання за темою роботи з метою перевірки його знань. Наприклад: Дати визначення і пояснити поняття:

- БЕМЩ;
- ЛЗР;
- ГР;
- ВНС;
- категорія ВНС;
- групи ВНС;
- рівень вибухозахисту електроустаткування;
- вид вибухозахисту електроустаткування;
- принципи вибору вибухозахищеного електроустаткування з ПУЭ, ПИВЭ і ПИВРЭ;
- ступінь захисту оболонки електроустаткування;
- принципи вибору проводів і кабелів;
- номінальна потужність двигуна і світильника;
- розрахунковий струм для електродвигуна і групи деяких світильників;
- номінальний струм розчеплювача автоматичного вимикача, плавкої вставки, запобіжника;
- струм уставки теплового реле, що регулюється;
- дати класифікацію апаратів захисту за сферою їх використання;
- струм відсічки;
- тривало припустимий струм провідника;
- умови надійного спрацьовування автоматичних вимикачів у випадку КЗ наприкінці лінії;
- чинники, від яких залежить значення струму КЗ та інші.

В аудиторії, де проводиться захист, повинно бути:

- програма навчальної дисципліни;
- залікова відомість;
- пояснювальні записки до курсового проекту;
- Методичні вказівки до виконання курсового проекту / «Пожежна безпека електроустановок». «Електротехніка та безпека електроустановок».

Перебивати здобувача вищої освіти, який захищає курсовий проект, не рекомендується. Ставити навідні питання не дозволяється.

При підведенні результатів захисту відмічаються здобувачі вищої освіти, які виконали курсовий проект найбільш вдало.

Пояснювальні записки до курсових проектів залишаються у викладача-керівника курсового проекту та не пізніше 1 місяця після проведення захисту здаються на збереження відповідальному по кафедрі.

Критерії оцінювання знань студентів (курсантів) під час захисту курсової роботи:

Результати захисту оцінюються за національною шкалою. Оцінка, одержана при захисті, об'являється здобувачеві вищої освіти. Критерії оцінки знань наведені у таблицях.

**Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти:
для курсового проекту (роботи)**

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 25	до 25	до 50	100

Таблиця - Критерії оцінки знань за захист курсового проекту

Оцінка	Критерії
“відмінно”	Курсовий проект не має недоліків. Здобувач вищої освіти на пам'ять знає визначення класів зон просторів. Здобувач вищої освіти повністю, логічно і послідовно пояснює порядок виконаних розрахунків, вміє застосовувати існуючі методики, інженерні розрахунки, нормативні документи для глибокого аналізу рівня пожежної небезпеки електротехнічного обладнання, вміння пов'язувати особливості роботи електроустановок з їх небезпекою та розробляти і обґрунтовувати профілактичні заходи у відповідності з нормативними документами, самостійно аналізувати, узагальнювати і викладати матеріал не допускаючи помилок. При відповіді продемонстровані вміння вільно працювати з нормативною літературою.
“добре”	Курсовий проект один суттєвий недолік. Здобувач вищої освіти на пам'ять знає визначення класів зон просторів. Здобувач вищої освіти твердо засвоїв порядок виконання розрахунків. Вміє правильно використовувати теоретичні положення під час прийняття практичних рішень, але допускає несуттєві помилки, які не впливають на загальну правильність відповіді.
“задовільно”	Курсовий проект має два суттєвих недоліку. Здобувач вищої освіти на пам'ять знає визначення класів зон просторів. Здобувач вищої освіти засвоїв тільки основний напрямок розрахунків, не знає окремих положень, допускає неточності у відповіді. Не вміє достатньо чітко сформулювати окремі положення, порушує послідовність у викладанні матеріалу. Має певні труднощі у пов'язанні теоретичного матеріалу з його практичним застосуванням.
“незадовільно”	Курсовий проект має більше двох суттєвих недоліків. Здобувач вищої освіти на пам'ять не знає визначення класів зон просторів. Здобувач вищої освіти не може пояснити зміст курсової роботи, при відповіді допускає суттєві помилки. Не вміє логічно і послідовно викласти основні положення і має значні труднощі у пов'язанні теоретичного матеріалу з його практичним застосуванням.

Оцінка оголошується здобувачеві вищої освіти.

Розробив:

доцент кафедри пожежної і техногенної
безпеки об'єктів та технологій, к.т.н., доцент,
підполковник служби цивільного захисту

О.М. Григоренко