

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ Д
ДНІПРОВСЬКИЙ ПРОФЕСІЙНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОЛЕДЖ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з навчально-методичної роботи
ЗПО «Дніпровський професійний технологічний
коледж»

Сергій Овдійченко
« 28 » серпня 2026 р.



**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
З ДИСЦИПЛІНИ
«ЕЛЕКТРОТЕХНІКА В БУДІВНИЦТВІ»**

ГЛУЗЬ ЗНАНЬ - G Інженерія, виробництво та будівництво

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 19 Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо- професійна програма "Будівництво та експлуатація будівель і споруд"

Викладач: Володимир ПУСТОВОЙТ

Дніпро - 2026

ВСТУП

Самостійна робота здобувачів фахової передвищої освіти (СРС) є невід'ємною складовою освітнього процесу, яка згідно з робочою програмою дисципліни «Електротехніка в будівництві» становить 40% від загального обсягу курсу (36 годин). Основна мета самостійної роботи — розвиток здатності самостійно застосовувати теоретичні знання для розв'язання практичних фахових задач, аналізу нормативної документації (ПУЕ, ДБН) та проектування електричних мереж будівельних майданчиків.

Даний посібник містить рекомендації, теоретичні довідки та алгоритми виконання 9 модульних тем, винесених на самостійне опрацювання.

РОЗПОДІЛ ГОДИН САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

№ СР	Назва теми самостійної роботи	Обсяг, год.
1	Розрахунок складних кіл. Глосарій термінів.	2
2	Аналіз наслідків низького $\cos \varphi$ та системи УКРМ.	4
3	Аналіз наслідків «перекосу фаз» на будмайданчику.	6
4	Розрахунок потужності трансформатора для прогріву бетону.	4
5	Схеми керування крановими двигунами та їх маркування.	4
6	Характеристики автоматів та специфікація щита.	4
7	Розробка генплану електропостачання (САПР).	6
8	Світлотехнічні розрахунки (Dialux EVO). Утилізація ламп.	2
9	Електробезпека (ПБЕЕС) та розслідування нещасних випадків.	4
УСЬОГО:		36

Форма звітності: Усі виконані завдання (розрахункові записки, ескізи, презентації) завантажуються у відповідні розділи Google Classroom у встановлені дедлайни. Розрахунки необхідно супроводжувати коротким інженерним висновком.

САМОСТІЙНА РОБОТА № 1

Електричні кола постійного струму та закони електротехніки

Час на виконання: 2 год.

Мета: Закріпити навички розрахунку складних розгалужених кіл постійного струму із застосуванням законів Кірхгофа; сформувати термінологічну базу.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Складним електричним колом називається коло, яке має декілька джерел живлення (ЕРС) та розгалуження (вузли). Такі кола неможливо розрахувати лише методом еквівалентних перетворень. Основним методом їх аналізу є застосування законів Кірхгофа.

Перший закон Кірхгофа (для вузлів): Алгебраїчна сума струмів, що сходяться у вузлі, дорівнює нулю. Струми, спрямовані до вузла, прийнято брати зі знаком «плюс», а ті, що виходять з вузла — зі знаком «мінус».

$$\sum I_i = 0$$

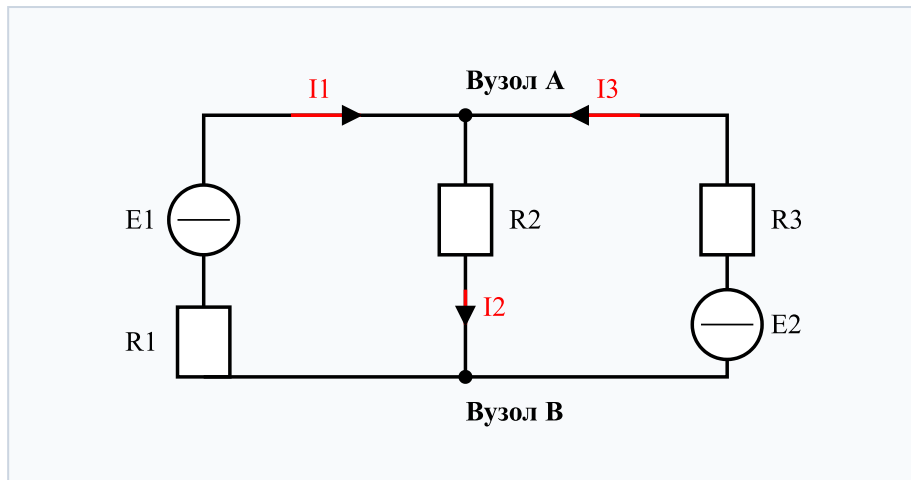
Другий закон Кірхгофа (для контурів): У будь-якому замкненому контурі складного електричного кола алгебраїчна сума електрорушійних сил (ЕРС) дорівнює алгебраїчній сумі падінь напруг на всіх опорах цього контуру.

$$\sum E_k = \sum (I_k \cdot R_k)$$

Алгоритм розрахунку за законами Кірхгофа:

1. Визначити кількість вузлів (***B***) та віток (***I***) у схемі. Кількість невідомих струмів дорівнює кількості віток.
2. Довільно обрати та позначити на схемі напрямки струмів у всіх вітках.
3. Скласти (***B - I***) рівнянь за першим законом Кірхгофа.
4. Обрати незалежні контури (що відрізняються хоча б однією новою віткою) і довільно задати напрямки їх обходу.
5. Скласти ***I - (B - I)*** рівнянь за другим законом Кірхгофа. Якщо напрямок ЕРС або струму збігається з напрямком обходу контуру — беремо їх зі знаком «+», якщо ні — зі знаком «-».
6. Розв'язати отриману систему рівнянь алгебраїчними методами або методом визначників. Якщо в результаті струм вийшов від'ємним, це означає, що його дійсний напрямок протилежний обраному.

ПРИКЛАД СКЛАДНОЇ СХЕМИ ЖИВЛЕННЯ



Завдання до СР 1:

1. Опрацюйте конспект лекцій за темою «Постійний струм». Складіть у зошиті глосарій (словник) з 10 основних термінів (ЕРС, вузол, вітка, контур, провідність, потужність тощо).
2. Розв'яжіть задачу за наведеною вище схемою (або за індивідуальним варіантом, виданим викладачем). Визначте струми I_1 , I_2 , I_3 у вітках, якщо:
 $E_1 = 120 \text{ В}$, $E_2 = 100 \text{ В}$, $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 20 \text{ Ом}$, $R_3 = 15 \text{ Ом}$. Внутрішніми опорами джерел знехтувати.
3. Зробіть перевірку правильності рішення, склавши баланс потужностей.

САМОСТІЙНА РОБОТА № 2

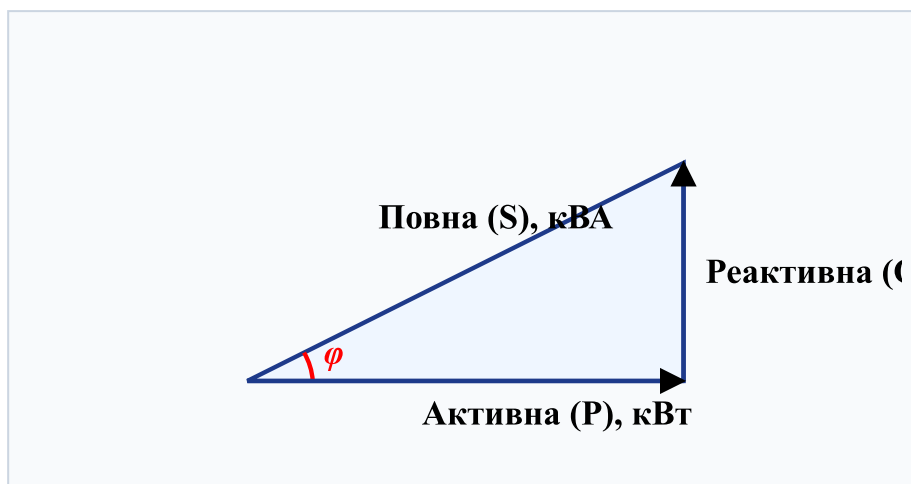
Енергозбереження: підвищення коефіцієнта потужності ($\cos \varphi$)

Час на виконання: 4 год.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

На будівельних майданчиках основними споживачами електроенергії є асинхронні двигуни та зварювальні трансформатори. Вони споживають не лише активну потужність (P , вимірюється в кВт), що перетворюється на корисну механічну роботу або тепло, але й реактивну потужність (Q , вимірюється в кВАр), необхідну для створення електромагнітних полів.

Співвідношення між ними визначає трикутник потужностей. Повна потужність (S , кВА) визначається як гіпотенуза: $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$. Коефіцієнт потужності $\cos \varphi = P / S$ показує, яка частка повної енергії витрачається корисно.



Низький $\cos \varphi$ (наприклад, 0.6–0.7 у недовантажених кранів) призводить до збільшення струмів у кабелях, падіння напруги та перегріву трансформаторів. Для вирішення цієї проблеми застосовують установки компенсації реактивної потужності (УКРМ) на базі конденсаторних батарей, які генерують ємнісну реактивну енергію, зменшуючи загальне споживання Q з мережі.

Завдання до СР 2:

1. Підготуйте коротку мультимедійну презентацію (5-7 слайдів) на тему: «Енергозбереження на будівництві шляхом підвищення $\cos \varphi$ ». У презентації опишіть будову типової УКРМ та економічний ефект від її впровадження.
2. **Віртуальне моделювання:** За допомогою симулятора Multisim (або EveryCircuit на смартфоні) зберіть коло з резистором (10 Ом) та котушкою (0.1 Гн). Виміряйте струм. Паралельно підключіть конденсатор. Підберіть його ємність так, щоб загальний струм від джерела став мінімальним (режим резонансу струмів). Зробіть скріншот результату.

САМОСТІЙНА РОБОТА № 3

Трифазні електричні кола. Наслідки «перекосу фаз»

Час на виконання: 6 год.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Абсолютна більшість будівельного обладнання живиться від трифазної мережі 380/220 В. Трифазна система вважається **симетричною**, якщо опори всіх трьох фаз навантаження однакові (наприклад, обмотки трифазного електродвигуна). У такому випадку фазні напруги також симетричні (дорівнюють по 220 В), а струм у нульовому проводі відсутній.

Однак на будмайданчику часто зустрічається **несиметричне навантаження**, коли до різних фаз підключають однофазні споживачі різної потужності (зварювальні апарати, ручний інструмент, освітлення побутові). Для вирівнювання напруг застосовується **нульовий робочий провідник (N)**. Через нього протікає зрівнювальний струм, і система залишається стабільною.

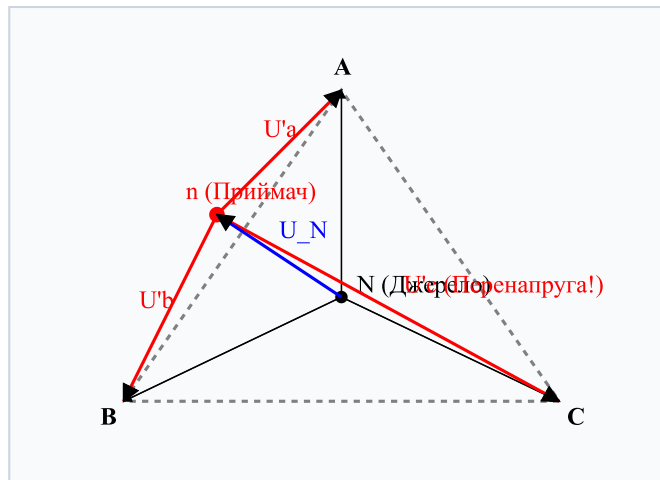
Найнебезпечніший аварійний режим — **обрив нульового проводу при несиметричному навантаженні**. У цьому випадку відбувається зміщення нейтральної точки приймача. Напруга на менш завантажених фазах може різко зрости (аж до 380 В), що призведе до перегорання ламп та виходу з ладу електроніки, а на перевантажених фазах — впасти (техніка не зможе запуститися).

Напруга зміщення нейтралі U_N обчислюється за формулою методу двох вузлів:

$$U_N = (U_A Y_A + U_B Y_B + U_C Y_C) / (Y_A + Y_B + Y_C)$$

де U_A, U_B, U_C — фазні напруги джерела; $Y = 1/R$ — провідності фаз приймача.

ВЕКТОРНА ДІАГРАМА ПРИ ОБРИВІ НУЛЯ («ПЕРЕКИС ФАЗ»)



Завдання до СР 3:

1. Опрацюйте схеми живлення інструментів (однофазних та трифазних). Чому обрив нуля не є критичним для симетричного трифазного двигуна, але небезпечний для освітлення?
2. **Ситуаційна задача:** Освітлення трьох поверхів будівлі живиться від різних фаз трифазної мережі 380/220 В. На фазі А увімкнено 50 ламп ($R_{\text{екв}} = 5 \text{ Ом}$), на фазі В — 20 ламп ($R_{\text{екв}} = 12.5 \text{ Ом}$), фаза С — розімкнена (навантаження немає). Відбувся обрив нульового проводу в головному щиті.
Виконайте: Розрахуйте напругу на лампах фази А та фази В. Зробіть висновок, лампи на якому поверсі згорять від перенапруги, а на якому будуть тьмяно світити. Складіть короткий аналітичний звіт.

САМОСТІЙНА РОБОТА № 4

Трансформатори в будівництві: електричний прогрів бетону

Час на виконання: 4 год.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

При зведенні монолітних залізобетонних конструкцій у зимовий період (при температурі нижче $+5^{\circ}\text{C}$) вода в бетонній суміші замерзає, що зупиняє процес гідратації цементу і руйнує структуру. Одним із найефективніших методів є електропрогрів бетону за допомогою дротів ПНСВ, які закладаються в арматурний каркас перед заливкою.

Оскільки живлення дротів напругою 220В/380В небезпечно і призведе до їх миттєвого перегорання, використовують спеціальні комплектні трансформаторні підстанції типу **КТПТО-80** (Комплектна трансформаторна підстанція для термообробки бетону, 80 кВА). Вони знижують напругу до безпечних технологічних значень (55, 65, 75, 85, 95 В) і мають декілька ступенів регулювання потужності.

Орієнтовна електрична потужність для прогріву бетону розраховується виходячи з питомої потужності. Залежно від модуля поверхні конструкції та температури зовнішнього повітря, питома потужність $P_{\text{пит}}$ становить від 1.0 до 1.5 кВт на 1 м^3 бетону.

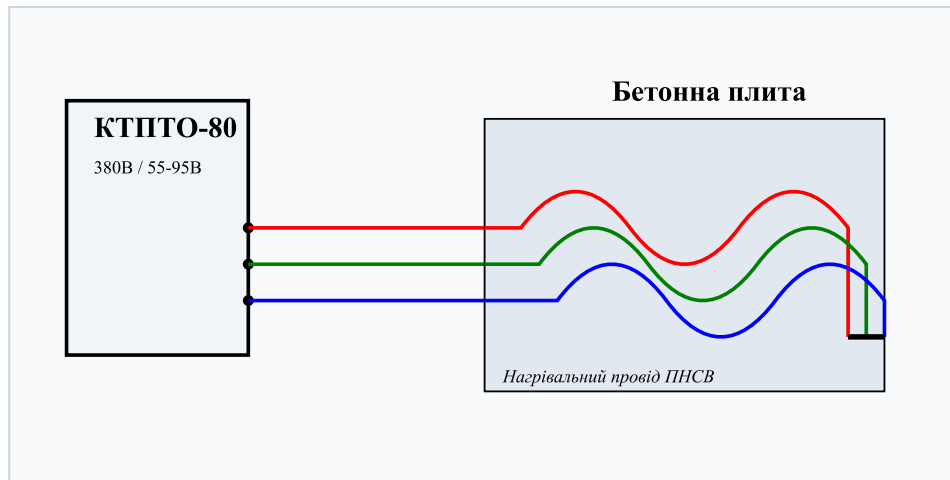
$$P_{\text{заг}} = P_{\text{пит}} \cdot V$$

де V — об'єм бетонної конструкції, м^3 .

Струм навантаження на стороні вторинної (низької) напруги, якщо нагрівачі з'єднані «зіркою»:

$$I_2 = P_{\text{заг}} / (\sqrt{3} \cdot U_{2\text{л}})$$

СХЕМА ЕЛЕКТРОПРОГРІВУ МОНОЛІТНОЇ ПЛИТИ



Завдання до СР 4:

1. Проаналізуйте технічні характеристики підстанції КТПТО-80 за відкритими каталогами виробників. Випишіть її повну потужність, струм навантаження на стороні НН, напруги ступенів прогріву.
2. **Розрахункова задача:** Для бетонування монолітного перекриття будівлі об'ємом $V = 45 \text{ м}^3$ в зимових умовах (при -10°C) потрібен електропрогрів. Приймаємо питому потужність $P_{\text{пит}} = 1.3 \text{ кВт/м}^3$.

Виконайте: Розрахуйте загальну необхідну потужність. Зробіть висновок, чи вистачить однієї підстанції КТПТО-80 для цього об'єму, або потрібно встановлювати дві підстанції паралельно. Оформіть це у вигляді короткої розрахункової записки.

САМОСТІЙНА РОБОТА № 5

Електричні машини: маркування та режими роботи

Час на виконання: 4 год.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Правильний вибір електродвигуна для будівельного механізму (компресора, підйомника, крана) залежить від вміння інженера читати його паспортну табличку (шильдик).

Особливу увагу в будівництві приділяють **режимам роботи двигуна (Duty cycle)**. Наприклад, компресор працює в тривалому режимі (**S1**), де він встигає нагрітися до сталої температури. Лебідки та механізми підйому баштових кранів працюють у повторно-короткочасному режимі (**S3**). Для режиму S3 вказується параметр **ПВ%** (**тривалість включення**) — зазвичай 15%, 25%, 40% або 60%. Це означає, що, наприклад, при ПВ=25% з 10-хвилинного циклу двигун може працювати під навантаженням лише 2.5 хвилини, а решту 7.5 хвилин має охолоджуватися.

Також важливим є ступінь захисту оболонки — **IP (Ingress Protection)**. Для роботи на відкритому будмайданчику під дощем та пилом двигун повинен мати ступінь захисту не нижче **IP54** або **IP55**.

Завдання до СР 5:

- Опрацюйте за каталогами (наприклад, заводів «Електромотор», Siemens) систему позначень асинхронних двигунів загальнопромислового (серія АІР) та кранового (серія МТФ, МТН) виконання.
- Розшифруйте наступну паспортну табличку:**
Двигун: АІР 100 L2 У2
3~ 50Hz Δ/У 220/380V
5.5 kW 19.5/11.3 A 2900 r/min
cos φ 0.88 IP54 S1
- Опишіть*: тип двигуна, номінальну потужність, схему з'єднання обмоток для мережі 380В, номінальний струм для цієї мережі, синхронну частоту обертання та режим роботи. Чи підійде він для механізму підйому крана? Обґрунтуйте.
- Підготуйтеся до допуску до Лабораторної роботи № 4 (повторіть схему реверсивного пускача).

САМОСТІЙНА РОБОТА № 6

Апарати захисту: час-струмові характеристики

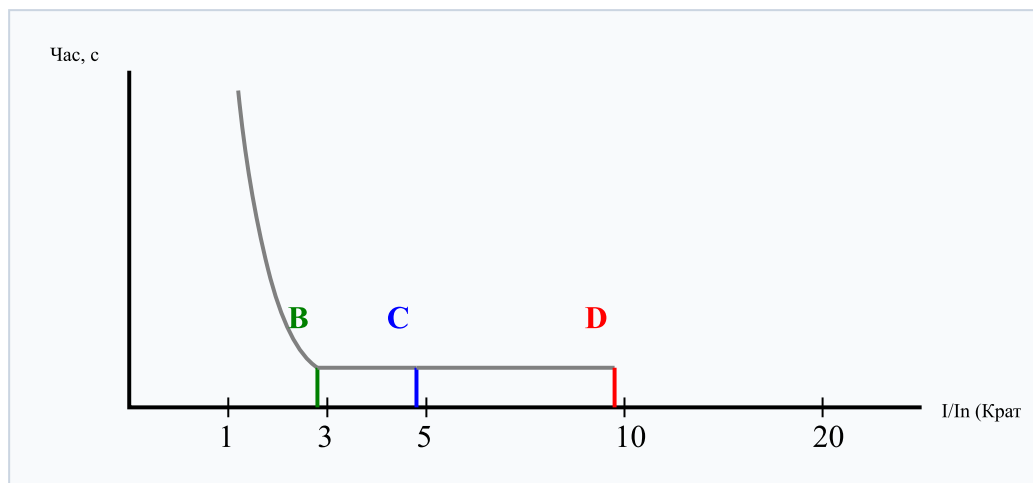
Час на виконання: 4 год.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Автоматичні вимикачі виконують дві функції: захист від перевантажень (за допомогою теплового розчіплювача, який працює повільно) та захист від коротких замикань (за допомогою електромагнітного розчіплювача, який спрацьовує миттєво).

Щоб автомат не вимикався від великих пускових струмів двигунів, існують різні **криві відключення (час-струмові характеристики)**:

- **Крива В (спрацювання 3-5 I_n)**: для мереж освітлення, активного навантаження (без пускових стрибків струму).
- **Крива С (спрацювання 5-10 I_n)**: універсальна, для помірних пускових струмів (вентилятори, насоси).
- **Крива D (спрацювання 10-20 I_n)**: для механізмів з важким пуском (компресори, кранові двигуни, зварювальні трансформатори).



Завдання до СР 6:

1. Проаналізуйте ринок сучасної модульної апаратури (бренди Schneider Electric, АВВ, Промфактор).
2. **Специфікація щита:** Вам необхідно підібрати три автоматичні вимикачі для розподільного щита будмайданчика.
 - 1) Лінія тимчасового освітлення вагончиків, розрахунковий струм 12 А.
 - 2) Лінія живлення насоса, струм 22 А, пусковий струм помірний.
 - 3) Лінія живлення зварювального трансформатора, номінальний струм 28 А, дуже важкий пуск (кидок струму).

Визначте номінал (в амперах) та тип кривої (В, С, D) для кожної лінії.

САМОСТІЙНА РОБОТА № 7

Електропостачання будівельного майданчика: розробка генплану

Час на виконання: 6 год.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Електропостачання будівельного майданчика здійснюється за допомогою тимчасових електричних мереж, які монтуються на період зведення об'єкта. Основою проектування є **будівельний генеральний план (будгенплан)**, на який наносяться всі споживачі електроенергії, трансформаторні підстанції та траси кабельних чи повітряних ліній.

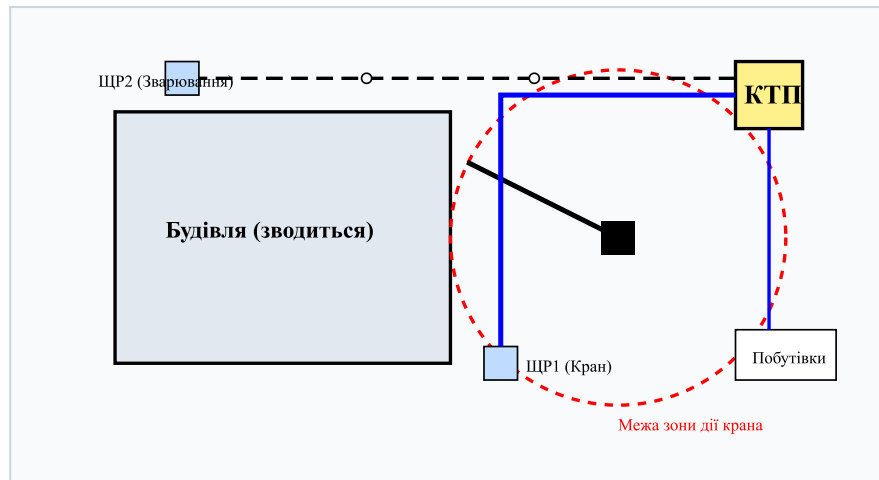
Основні принципи проектування:

- Комплектні трансформаторні підстанції (КТП) розташовують у центрі електричних навантажень (зазвичай ближче до баштового крана та зони прогріву бетону), щоб зменшити довжину кабелів і втрати напруги.
- Мережі виконуються за магістральною, радіальною або змішаною схемою.
- Повітряні лінії повинні проходити поза зоною роботи стріли баштового крана (щоб уникнути обриву).
- На відкритому майданчику для розгалуження використовують інвентарні розподільчі шафи закритого типу (ступінь захисту IP54+).

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ НА ГЕНПЛАНХ

Елемент мережі	Опис та застосування на схемі
КТП	Трансформаторна підстанція. Позначається квадратом з діагоналлю або літерою.
ЩР (Щит розподільчий)	Шафа для розподілу енергії між локальними споживачами (вагончики, інструмент).
Суцільна товста лінія	Кабельна лінія, прокладена в траншеї під землею (найбільш безпечно).
Пунктирна лінія з кружками	Повітряна лінія електропередачі (ЛЕП) на тимчасових дерев'яних або з/б опорах.

ПРИКЛАД ФРАГМЕНТА БУДГЕНПЛАНУ



Завдання до СР 7:

1. Ознайомтеся з основами роботи в системі автоматизованого проєктування AutoCAD (або будь-якій доступній САПР, наприклад, QCAD, NanoCAD).
2. **Розробка ескізу:** Використовуючи базовий інструментарій САПР (або на міліметровому папері формату А4 з дотриманням масштабу), накресліть ескіз будгенплану розміром 100х100 метрів.
3. *Розмістіть на плані:* будівлю, що зводиться (30х50 м), баштовий кран, зону складування матеріалів, містечко будівельників (4 вагончики).
4. Виберіть раціональне місце для встановлення КТП. Прокладіть траси тимчасового електропостачання (вказавши, де використовується кабель у траншеї, а де — повітряна лінія). Враховуйте правило: ЛЕП не повинна перетинати зону роботи стріли крана.
5. Збережіть креслення у форматі PDF або сфотографуйте ескіз і завантажте на перевірку.

САМОСТІЙНА РОБОТА № 8

Електричне освітлення будівельних майданчиків

Час на виконання: 2 год.

Сучасне проектування освітлення здійснюється за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Лідером галузі є програма **DIALux evo**, яка дозволяє побудувати 3D-модель майданчика та точно розрахувати освітленість (у люксах) відповідно до ДБН В.2.5-28:2018.

Завдання до СР 8:

1. Ознайомтеся з інтерфейсом DIALux evo за допомогою відеоуроків (посилання у Google Classroom).
2. Підготуйте реферат (до 2 сторінок) на тему: «Екологічна утилізація газорозрядних та люмінесцентних ламп після демонтажу на будівельних об'єктах». Опишіть небезпеку ртуті та алгоритм дій підрядника при здачі ламп на утилізацію.

САМОСТІЙНА РОБОТА № 9

Електробезпека (ПБЕЕС). Розслідування нещасних випадків

Час на виконання: 4 год.

Згідно з Правилами безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕЕС), кожен фахівець-будівельник повинен вміти діяти в аварійних ситуаціях. При ураженні людини струмом найважливішим є **правильне звільнення потерпілого від дії струму** (відключення установки, використання діелектричних рукавиць, сухої дерев'яної палиці) та негайне надання долікарської допомоги (штучне дихання, масаж серця).

Завдання до СР 9 (Ситуаційний кейс):

Умова: Під час риття траншеї екскаватор на будівельному майданчику зачепив і пошкодив ізоляцію підземного силового кабелю 0.4 кВ. Кабель залишився під напругою (апарат захисту не спрацював). Земля навколо кабелю опинилася під напругою (зона розтікання струму).

Виконайте письмовий аналіз:

1. Що таке «крокова напруга»? На якій відстані від місця пробою вона є небезпечною?
2. Який правильний алгоритм дій машиніста екскаватора? (Чи можна йому вистрибувати з кабіни?)
3. Як повинні діяти робітники, що знаходяться поруч, щоб безпечно вийти із зони крокової напруги?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

БАЗОВА ЛІТЕРАТУРА:

1. Сидоренко О.В., Петренко І.М. Електротехніка в будівництві: Сучасні технології та безпека. Підручник. Київ: Знання, 2024. 380 с.
2. Кухтарьов В.І., Смірнов В.С. Основи електротехніки та електроустаткування будівель. Навчальний посібник. Львів: Магнолія 2006, 2023. 320 с.
3. Малкін В.М. Електропостачання та електрообладнання будівельних майданчиків. Навчальний посібник. Київ: Каравела, 2022.
4. Бойко М.І. Практикум з розрахунку електричних кіл: Навчально-методичний посібник. Дніпро: Ліра, 2023.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА:

5. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). Чинна редакція 2024-2026 рр.
6. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕЕС).
7. ДБН В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.
8. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення.

ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ:

9. **AutoCAD / Revit MEP** — для ескізування генпланів та тимчасових мереж.
10. **NI Multisim / EveryCircuit** — для віртуального дослідження електричних кіл.
11. **Dialux EVO** — для виконання світлотехнічних розрахунків.

Критерії оцінювання СРС:

Оцінюється своєчасність здачі завдань у систему дистанційного навчання, якість розроблених міні-проектів, ескізів, креслень та правильність розрахунків. Максимальна кількість балів за самостійну роботу протягом семестру — 14 балів (згідно з п. 9.1 Робочої програми). Плагіат та пряме копіювання текстів з інтернету оцінюється у 0 балів.