

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МІСТ І
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ОБ'ЄКТІВ**

Методичні вказівки

до курсового проектування

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Обговорено і рекомендовано
на засіданні кафедри
електричної інженерії та
інформаційно-вимірювальних
технологій
Протокол № 13
від 12.12.2023 року

Системи електропостачання міст і сільськогосподарський об'єктів. Методичні вказівки до курсового проєктування для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»./ Укл.: Кулько Т.В., Бодунов В.М., Кулик Б.І. – Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2024. – 26 с.

Укладачі: Кулько Тетяна Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри електричної інженерії та інформаційно-вимірювальних технологій НУ «Чернігівська політехніка»

Бодунов Вадим Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електричної інженерії та інформаційно-вимірювальних технологій НУ «Чернігівська політехніка»

Кулик Богдан Іванович, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри електричної інженерії та інформаційно-вимірювальних технологій НУ «Чернігівська політехніка»

Відповідальний за випуск: Приступа Анатолій Леонідович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри електричної інженерії та інформаційно-вимірювальних технологій НУ «Чернігівська політехніка»

Рецензент: Денисов Юрій Олександрович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електроніки, автоматики, робототехніки та мехатроніки НУ «Чернігівська політехніка»

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ВСТУП	4
1 ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ	6
1.1 Загальні відомості про системи електропостачання	6
1.2 Характеристика приймачів електроенергії.....	6
1.3 Графіки електричних навантажень	6
1.4 Основи проектування освітлювальних мереж	6
1.5 Надійність систем електропостачання і збитки при непрацездатних стандах	6
1.6 Розподіл електроенергії в системах електропостачання при напрузі до 1000 В	7
1.7 Розподіл електроенергії в системах електропостачання при напрузі вище 1000 В	7
1.8 Компенсація реактивної потужності.....	7
1.9 Облік і контроль електроспоживання	8
1.10 Автоматизація проектування систем електропостачання та їх інвестиційне проектування.....	8
2 ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ	9
2.1 Основні етапи виконання курсового проекту	9
2.2 Зміст курсового проекту.....	10
2.3 Особливості оформлення пояснювальної записки курсового проекту. 12	
2.4 Особливості оформлення графічної частини курсового проекту	13
2.5 Перевірка на плагіат та допуск до захисту курсового проекту.....	16
2.6 Процедура захисту курсового проекту	16
3 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ.....	18
3.1 Розрахункові навантаження промислових підприємств	18
3.2 Розрахункові навантаження житлових і громадських будинків	19
3.3 Розрахункові навантаження сільськогосподарських об'єктів.....	19
3.4 Вибір місця розташування ТП	19
3.5 Вибір перерізів та марки КЛ	20
4 ПРИКЛАД ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ	21
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	24
Додаток А. Титульний аркуш пояснювальної записки.....	25
Додаток Б. Зворотна сторона титульного аркушу	26

ВСТУП

Метою викладання навчальної дисципліни “Системи електропостачання міст і сільськогосподарських об’єктів” є вивчення принципів проектування, основних методів моделювання та розрахунку параметрів режиму і параметрів мережі систем електропостачання міст, промислових підприємств і сільськогосподарських об’єктів, а також принципів підвищення ефективності діючих систем електропостачання; засвоєння ЗВО комплексу питань щодо забезпечення надійної та економічної роботи системи електроспоживання та дотримання вимог щодо якісної електроенергії; підготовка ЗВО до діяльності в системах електропостачання міст і сільськогосподарських об’єктів.

Електропостачальною системою (ЕПС) називають сукупність електричних мереж та електротехнічних пристроїв, призначених для забезпечення споживачів електричною енергією. Основними елементами ЕПС є трансформатори, лінії електропередачі, а також електроустановки споживачів, які призначені для перетворення електричної енергії в інші види енергії та виконання певної роботи. Переважна більшість ЕПС живиться централізовано від підстанцій електроенергетичних систем.

Однак в останні роки впроваджують відновлювані джерела енергії (сонячні та вітрові електростанції, малі гідроелектростанції, когенераційні установки), які приєднують до розподільних мереж ЕПС.

Згідно з Положенням «Про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах», самостійна робота студента є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов’язкових навчальних занять.

В процесі викладання навчального матеріалу засвоюється 15 відсотків інформації, що сприймається на слух, 65 відсотків – слух і зір. Якщо навчальний матеріал опрацьовується власноручно, самостійно (індивідуально) виконується завдання від його постановки до аналізу отриманих результатів, то засвоюється не менше 90 відсотків інформації.

Самостійна робота, як складова навчальної діяльності здобувача спрямована на формування самостійності і отримання або підсилення отриманих раніше загальних та фахових компетентностей, а також отримання програмних результатів навчання, передбачених освітньою програмою зі спеціальності.

Вивчення лекційного матеріалу та матеріалу, відведеного на самостійне засвоєння, закріплюється під час виконання курсового проекту з дисципліни шляхом набуття та закріплення практичних навичок щодо застосування принципів проектування, основних методів розрахунку параметрів режиму і параметрів мережі систем електропостачання промислових підприємств, міст і сільськогосподарських об’єктів, а також принципів підвищення ефективності діючих систем електропостачання. В методичних вказівках викладено основні моменти теоретичних питань, які виносяться на самостійну роботу та перелік рекомендованої літератури. Також наведено узагальнену структуру курсового проекту, вимоги до його оформлення та захисту, перелік тем та можливі варіанти

вихідних даних. За попередньої згодою здобувачу вищої освіти може бути видане нестандартне індивідуальне завдання, що передбачає проектування внутрішніх та зовнішніх електричних мереж багатоповерхового житлового будинку, промислового підприємства тощо. Знання, набуті під час вивчення дисципліни будуть використані студентами при підготовці кваліфікаційної роботи.

1 ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

1.1 Загальні відомості про системи електропостачання

Задачі дисципліни, їх особливості, зв'язок з іншими навчальними дисциплінами. Система електропостачання як підсистема енергетичної і технологічної систем. Зв'язок задач електропостачання з економікою і розвитком держави. Приймачі та споживачі електроенергії. Категорії надійності. Передавання електричної енергії. Кабельні та повітряні лінії електропередавання. Струмопроводи. Основні режими роботи мереж систем електропостачання.

1.2 Характеристика приймачів електроенергії

Класифікація приймачів електроенергії по енергетичним показникам, режиму роботи, безперебійності електропостачання, технологічній приналежності. Характеристика приймачів електроенергії промислових споживачів.

1.3 Графіки електричних навантажень

Види і числові значення навантажень, які підлягають оцінці в системах електропостачання. Графіки електричних навантажень, їх класифікація. Показники, які характеризують режими роботи приймачів електроенергії і графіки електричних навантажень. Основні методи оцінювання електричних навантажень трьохфазних приймачів електроенергії. Рекомендації по вибору методу розрахунку електричних навантажень. Оцінювання навантажень по допустимому нагріву однофазних приймачів електроенергії. Автоматизація в рішенні задач розрахунку електричних навантажень по допустимому нагріву. Розрахункове навантаження у системах електропостачання міст. Особливості визначення розрахункових навантажень у системах електропостачання агропромислового комплексу

1.4 Основи проектування освітлювальних мереж

Основні світлотехнічні терміни та їх визначення. Задачі світлотехнічного розрахунку і методи їх рішень. Електротехнічний розрахунок освітлювальних мереж.

1.5 Надійність систем електропостачання і збитки при непрацездатних станах

Забезпечення надійності електропостачання споживачів згідно з ПБЕЕС. Методи кількісної оцінки надійності функціональних елементів систем електропостачання. Методи оцінки збитків споживачів від перерв у

електропостачанні. Шляхи підвищення надійності систем електропостачання. Управління надійністю системи електропостачання.

1.6 Розподіл електроенергії в системах електропостачання при напрузі до 1000 В

Вимоги, які ставляться до електричних мереж напругою до 1000 В. Схеми цехових мереж і їх конструктивне виконання, принципи схемотехніки. Розрахунок цехових мереж змінного струму в нормальному сталому, аварійному та післяаварійному сталому режимах. Врахування перевантаження елементів цехових електричних мереж при проектуванні і експлуатації останніх. Обмеження, що накладаються ПБЕЕС на виконання мереж в залежності від навколишнього середовища. Вибір числа і потужності силових трансформаторів цехових підстанцій. Прогнозування і моделювання міста розташування підстанцій, компонування їх і конструктивне виконання. Умова сумісності живлення освітлювального і силового навантаження. Конструктивне виконання освітлювальних мереж. Мережі живлення пересувних приймачів електроенергії. Забезпечення захисних мір електробезпеки обслуговуючого персоналу при проектуванні цехових електричних мереж.

1.7 Розподіл електроенергії в системах електропостачання при напрузі вище 1000 В

Типи приймальних пунктів електроенергії промислових підприємств і рекомендації по їх вибору. Характерні схеми зовнішнього і внутрішньозаводського електропостачання при живленні від енергосистеми. Способи каналізації електроенергії в схемах зовнішнього і внутрішньозаводського електропостачання. Картограми навантажень. Вибір напруги розподільчої і живлячої мереж промислових підприємств. Принципи схемотехніки. Формування топології мережі промислового підприємства. Розрахунок центру електричних навантажень і вибір місця розташування приймального пункту підприємства. Електромагнітні та електромеханічні процеси в системах електропостачання. Обмеження струмів короткого замикання.

1.8 Компенсація реактивної потужності

Задачі компенсації реактивної потужності. Шляхи і способи зниження втрат реактивної енергії в системах електропостачання. Конструкції, схеми включення, технічні і економічні характеристики засобів штучної компенсації. Вибір типу, потужності, місця установки і режими роботи компенсуювальних пристроїв. Особливості проектування систем електропостачання з врахуванням забезпечення вимог якості електроенергії засобами штучної компенсації. Компенсація реактивної потужності в мережах енергосистеми. Керування засобами штучної компенсації.

1.9 Облік і контроль електроспоживання

Основні види тарифів на активну і реактивну електроенергію. Скидки і надбавки до тарифів за якість. Засоби автоматизації в системах контролю і керування режимом електроспоживання. Технологічні втрати потужності і електроенергії в системах електропостачання. Методи розрахунку втрат. Шляхи економії електроенергії в системах електропостачання промислових підприємств. Заходи, які розроблюються на стадії проектування і в експлуатації систем електропостачання з метою економії електроенергії. Електробаланси. Аудит і менеджмент в системах електропостачання. Нормування і прогнозування електроспоживання.

1.10 Автоматизація проектування систем електропостачання та їх інвестиційне проектування

Об'єм і зміст проектів електропостачання. Мета і задачі автоматизації проектування. Технічні і математичні засоби вирішення цієї задачі. Характеристика існуючих підсистем САПР електропостачання і електрообладнання промислових підприємств. Оцінка техніко-економічної ефективності капітальних вкладів в системи електропостачання. Врахування фактору часу в техніко-економічних розрахунках.

2 ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

2.1 Основні етапи виконання курсового проекту

Виконання курсового проекту може містити такі основні етапи:

- ознайомлення ЗВО з основними вимогами, що пред'являються до виконання курсового проекту;
- обробка літературних джерел, вивчення теоретичних і практичних матеріалів з обраної теми;
- розробка плану курсового проекту із зазначенням строків написання розділів та їх обсягів. Заповнення бланка «Завдання на курсовий проект»;
- збір матеріалів, складання бібліографії, аналіз та узагальнення зібраного матеріалу;
- викладення проаналізованого та систематизованого матеріалу відповідно до плану;
- проведення експерименту чи виконання розрахунків, у тому числі із застосуванням комп'ютерної обробки;
- формулювання висновків;
- підготовка графічної частини роботи: креслень, рисунків, таблиць (у разі необхідності);
- написання доповіді й підготовка ілюстративного матеріалу (наприклад, таблиць і графіків для прилюдного виступу);
- представлення курсового проекту;
- захист курсового проекту.

У встановлений термін ЗВО звітує перед керівником, який фіксує ступінь готовності проекту.

Обов'язки керівника курсового проекту:

- надавати допомогу при виборі теми, її остаточного формулювання та меж розкриття;
- рекомендувати спеціальну, нормативну літературу та інформаційні джерела за обраною темою;
- консультувати ЗВО з питань виконання роботи;
- контролювати дотримання календарного плану, якість та самостійність виконання роботи.

Обов'язки ЗВО:

- дотримуватись графіка та звітувати в передбачені строки перед керівником про хід роботи;
- написати та оформити текст пояснювальної записки згідно з вимогами даних вказівок.

Усі курсові проекти здобувачів вищої освіти Університету підлягають перевірці на плагіат відповідно до порядку проведення перевірки курсових проектів здобувачів вищої освіти на плагіат в Національному університеті «Чернігівська політехніка»»

2.2 Зміст курсового проекту

Зміст курсового проекту визначається його темою. Титульний аркуш оформлюється відповідно до додатку А. Завдання складається ЗВО разом з керівником. В анотації – 1 сторінка (обсягом до 800 знаків) – зазначається прізвище та ініціали ЗВО, назва курсового проекту, основний зміст та результати. Викладення матеріалу в анотації повинно бути стислим і точним. Необхідно використовувати синтаксичні конструкції, притаманні мові ділових документів, уникати складних граматичних зворотів, використовувати стандартизовану термінологію, уникати маловідомих термінів і символів. Після анотації наводять ключові слова відповідною мовою. Ключові слова (слова специфічної термінології за темою, які найчастіше зустрічаються в роботі) наводяться в називному відмінку. Кількість ключових слів – 5-7. Анотація має бути написана українською та однією з іноземних мов (переважно – англійською), розміщуватися на окремому аркуші разом з ключовими словами та передувати змісту. Якщо в проекті вжито специфічну термінологію, а також використано маловідомі скорочення, нові символи, позначення тощо, то перелік умовних позначень може бути поданий у вигляді окремого списку, який розміщують перед змістом, після анотації та списку ключових слів. Перелік слід друкувати в дві колонки: у лівій за абеткою наводяться скорочення, а в правій – їх детальне розшифрування. Якщо в роботі спеціальні терміни, скорочення, символи, позначення повторюються менше трьох разів, перелік не складають, їхнє розшифрування наводиться в тексті при першому згадуванні. Зміст – 1-2 сторінки. Матеріал проекту має бути викладено як єдине ціле в логічній послідовності. Зміст включає: вступ; послідовно перелічені назви всіх розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів (якщо вони мають заголовки); висновки та пропозиції; перелік посилань; додатки. Навпроти кожної позиції проставляються номери сторінок, які вказують на початок викладення матеріалу. У вступі зазначається проблема, що потребує вирішення, ступінь її дослідження, актуальність проведення і мета досліджень у обраному напрямі, завдання, що вирішуються для досягнення мети, об'єкт і предмет досліджень, практична значущість роботи. Також за наявності зазначається апробація результатів досліджень – виступи на студентських наукових конференціях, публікації результатів дослідження. Обсяг вступу, зазвичай, не повинен перевищувати 2,5 – 3 сторінки. Актуальність теми подається у вигляді критичного аналізу та шляхів розв'язання проблеми, обґрунтування необхідності досліджень для підприємств та організацій. Мета та завдання проекту повинні бути чітко сформульованими та відображати тематику дослідження. Об'єкт дослідження визначається разом з вибором теми і є однією із сторін діяльності господарюючого суб'єкта (методологічна характеристика дослідження; процес чи явище, що породжує проблемну ситуацію й обране для вивчення. Визначення об'єкта пов'язано з відповіддю на питання: що розглядається?). Предмет дослідження міститься в межах проблемного об'єкта, який потребує вирішення (методологічна характеристика того, що знаходиться в межах об'єкту дослідження. Предмет позначає аспект розгляду, дає представлення про те, як

розглядається об'єкт, тобто визначення предмета пов'язано з відповіддю на питання про те, як розглядається об'єкт дослідження). Метод* – сукупність прийомів, операцій і способів теоретичного пізнання і практичного перетворення дійсності, досягнення визначених результатів. Методика* – розглядається як інструкція діяльності з реалізації методу дослідження. Практична значущість* повинна містити результати власних досліджень, що можуть бути впроваджені в діяльність підприємств, установ. Зміст основної частини курсового проекту викладають за розділами. Розділи можуть поділятися на підрозділи, пункти, підпункти. Теоретична частина роботи присвячується теоретико-методологічним аспектам обраного об'єкта та предмета досліджень. Теоретичне обґрунтування має визначати роль і місце досліджуваних явищ та процесів у забезпеченні високої ефективності діяльності господарюючого суб'єкта, містити аналіз існуючого досвіду у відповідній сфері. Структурно вона складається з 2-4 підрозділів, містить теоретичний виклад важливих аспектів проблеми, критичний огляд джерел інформації, аналіз предмета дослідження на макрорівні, використання здобутків вітчизняних та зарубіжних учених у розвитку предмета дослідження. Розглядаються загальнотеоретичні підходи до теми з використанням сучасних літературних джерел щодо досліджуваної проблеми, а також питання з висвітлення теоретичних основ дослідження (критично аналізуються монографії, наукові статті, матеріали конференцій, електронні ресурси тощо, у тому числі іноземних авторів); обов'язковим є порівняння різних точок зору, використання статистичних відомостей (із посиланням на джерела). Обов'язковим в теоретичному розділі є аналіз статистичних даних та/або світового досвіду за темою дослідження. Теоретичний розділ завершується стислими висновками, які нумеруються. В аналітичній частині надається загальний опис суб'єкта господарювання, на прикладі якого досліджується визначена в темі роботи проблема, аналіз його показників, сучасні досягнення та невирішені проблеми в досліджуваному аспекті діяльності. За змістом цей розділ є аналітичним підґрунтям для розробки практичних рекомендацій і має бути органічно поєднаним з наступним розділом. На основі наявної інформації ЗВО узагальнює результати аналітичних досліджень і робить висновок наприкінці розділу про необхідність вирішення проблемних питань. Наведений аналіз стану проблеми як в теоретичному, так і в аналітичному аспектах повинен містити обов'язкові посилання на джерела інформації (зі списку використаних джерел). Зміст і структура даного розділу визначається темою і направлена на виявлення напрямів удосконалення досліджуваної проблеми. Розділ має бути максимально насиченим фактичною інформацією (таблиці, графіки, діаграми, схеми), що відображають відповідні результати діяльності бази дослідження за останні 3-5 років. Аналітична частина завершується стислими висновками, у яких формулюються основні результати аналізу. Результати аналізу є основою для розробки практичної частини кваліфікаційної роботи. Практична частина роботи містить власні пропозиції автора щодо вирішення проблемних питань у обраній для дослідження сфері. Автором висувається певна гіпотеза, оцінюється її реальність та обґрунтовується економічна доцільність. Ця частина проекту повинна бути спрямована на розробку і обґрунтування пропозицій щодо

предмета дослідження. Він повинен містити обґрунтовані практичні пропозиції ЗВО, спрямовані на досягнення мети, поставленої у вступі. Структурно розділ має містити 2–4 підрозділи. У висновках та пропозиціях містяться підсумки проведеного дослідження, основні наукові та практичні результати, рекомендації щодо їх науково-практичного використання. Висновки формуються відповідно до поставлених завдань. Власні пропозиції щодо розв'язання проблемних питань відповідного об'єкта дослідження повинні кореспондуватися з висновками. Висновки починаються таким чином: «За результатами дослідження (зазначається відповідно до мети) сформульовані наступні висновки» Висновки нумерують. У висновках необхідно наголосити на якісних та кількісних показниках здобутих результатів, обґрунтувати достовірність результатів, викласти рекомендації щодо їх використання. У додатках наводяться допоміжні матеріали: копії документів, витяги із нормативних актів і документів, звіти, окремі інструкції/положення/правила, результати соціологічних опитувань, громіздкі таблиці, рисунки тощо. До переліку посилань слід включати джерела, на які в тексті є посилання. Список складається з нормативних актів, нормативних документів, вітчизняної та зарубіжної наукової та спеціальної літератури, фахових видань, електронних ресурсів. Вимоги до оформлення переліку посилань наведені в ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання»; ДСТУ 3582:2013 «Інформація та документація. Бібліографічний опис. Скорочення слів і словосполучень українською мовою. Загальні вимоги та правила (ISO 4:1984, NEQ; ISO 832:1994, NEQ)» та ДСТУ ГОСТ 7.80:2007 «Бібліографічний запис. Заголовок. Загальні вимоги та правила складання». Курсовий проект оформлюються відповідно до вимог ДСТУ 3008:2015 "Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення".

2.3 Особливості оформлення пояснювальної записки курсового проекту

Рисунки повинні задовольняти вимоги нормативних документів, позначення й індекси параметрів схем і режимів систем електропостачання – відповідати загальноприйнятим правилам.

При виконанні курсового проекту розрахунки й перетворення електричних схем необхідно вести послідовно й супроводжувати відповідними поясненнями. Обчислення потрібно організувати так, щоб була мінімальна витрата часу на них і найменша кількість помилок, можна було легко й швидко відшукати допущені помилки. Точність розрахунку можна вважати задовільною до третьої значущої цифри після коми.

Для прискорення розрахунків і зменшення кількості помилок рекомендуються всі результати розрахунку записувати у вигляді таблиць. При використанні для розрахунку навантажень засобів обчислювальної техніки рекомендується навести блок-схеми алгоритмів та лістинги програми

розрахунку, опис і контрольний приклад розрахунку для однієї із точок короткого замикання.

Курсовий проект необхідно виконувати в часових рамках відповідно до затвердженого графіку виконання проекту, що контролюється викладачем. В разі несвоєчасного виконання розділів підсумкова оцінка може бути знижена.

Повністю оформлений і зброшурований курсовий проект перевіряється ЗВО і підписується ним на титульному аркуші (див. додаток А). Після цього він подається на кафедру для перевірки керівником проекту не пізніше терміну, вказаного у графіку виконання. Після перевірки проекту керівник виносить рішення щодо допуску до захисту або повертає проект на доопрацювання. При позитивному рішенні керівник робить відповідний запис на титульному аркуші проекту.

2.4 Особливості оформлення графічної частини курсового проекту

Графічна частина курсового проекту оформляється відповідно до вимог стандартів ЄСКД, ЄСТД, ЄСПД і СПДБ.

До графічних документів курсового проекту відносяться креслення, схеми, таблиці, графіки, діаграми, формули і т.п., призначені для використання у якості ілюстративного матеріалу при захисті.

Допускається оформлення ілюстративного матеріалу у вигляді плакатів. На них представляються копії формул, рисунків, таблиць і визначень із пояснювальної записки, а також фрагменти креслень. Плакати виконуються на будь-якому папері з мінімальними вимогами до оформлення. Розмір плакатів повинен відповідати вимозі нормального огляду дрібних їх елементів з відстані 3-5 метрів. Ілюстративні матеріали, які не несуть самостійної інформації, на зберігання після захисту роботи не здаються.

До креслень відносяться конструктивні креслення, а також схеми всіх типів і видів (схеми принципів, структурні, функціональні; схеми алгоритмів та ін.). Кожне креслення повинне бути забезпечене основним написом. Креслення виконуються від руки олівцем (тушшю) або (переважно) із застосуванням засобів САПР і принтера.

Зміст графічної частини курсового проекту залежить від теми проекту і чітко визначається індивідуальним завданням. Необхідно підкреслити, що на листи графічної документації курсового проекту виноситься тільки той матеріал, який міститься в пояснювальній записці. Виняток може становити повна принципова схема.

Загальні правила виконання креслень регламентуються стандартами третьої групи ЄСКД. Всі креслення, як правило, виконуються на аркушах стандартного формату А1, А2, А3 відповідно до заповненості аркуша. Масштаб і ступінь деталізації повинні вибиратися виходячи з їх доцільності.

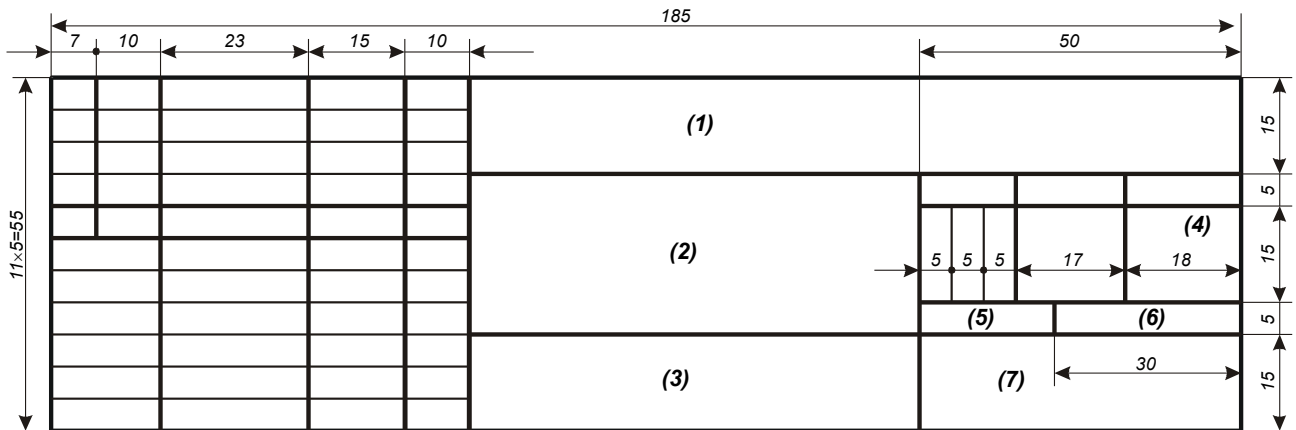


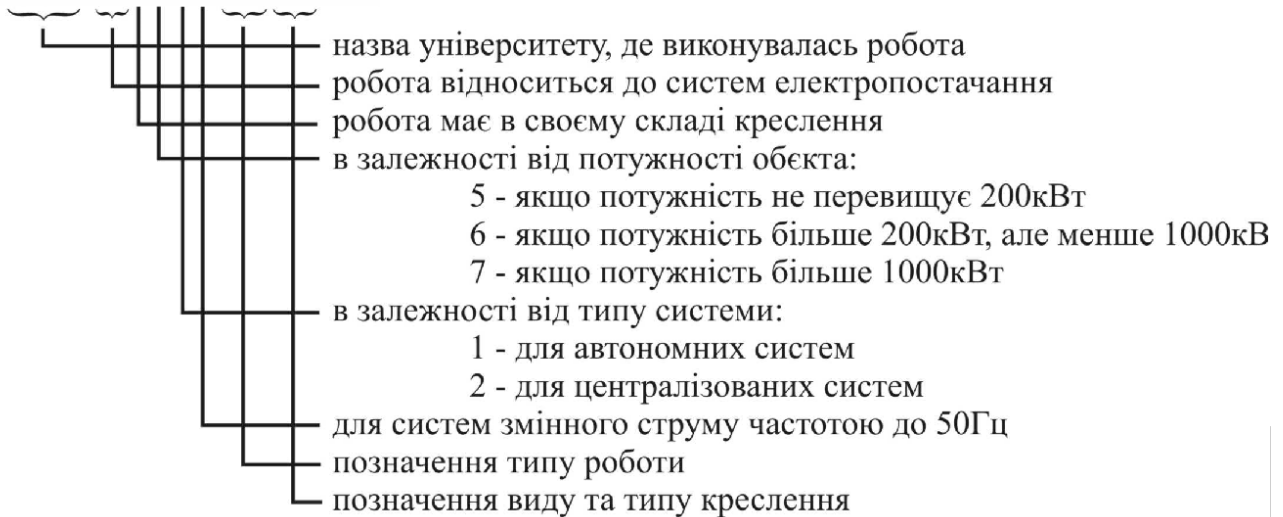
Рисунок 2.1 – Форма і розміри кутового штампу на кресленні

У графі, номери яких на рисунку 2.1 показані в дужках, вписуються:

у (1) – позначення документа. Для курсових проектів рекомендується

наступне позначення:

НУЧП.565XX2.001XX



у (2) – назва курсового проекту, згідно індивідуального завдання;

у (3) – назва документа;

у (4) – масштаб (для планів, розрізів тощо), для схем, плакатів тощо ставиться «←→»;

у (5) – номер аркуша документа ;

у (6) – загальна кількість аркушів в даному документі;

у (7) – назва кафедри і група, в якій навчається студент.

Якщо креслення (плакат) складається з 1 аркушу то у графах (5) і (6) проставляється 1.

Решта граф заповнюється згідно форми, приведеної на рисунку 2.2.

При заповненні штампу на креслення для комплексного курсового проекту у графі "Розроб." вказується прізвище студента, який виконував дане креслення (плакат).

Рисунок 2.2 – Приклад заповненого кутового штампу

					НУЧП.565622.001Е3						
					Система зовнішнього електропостачання житлового комплексу			Літера		Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				К	П		-
Розроб.		Петренко П.П.			Схема електрична принципова підстанції 10/0,4 кВ			Аркуш 1		Аркушів 1	
Керівник		Іваненко А.А.						кафедра ЕІ ІВТ		група ЕМ-181	
Н. контр.		Іваненко А.А.									
Затвердж.		Іваненко А.А.									

Схеми виконують відповідно до ГОСТ 2.701-84. Схеми залежно від видів елементів і зв'язків, що входять до складу виробу, підрозділяють на види, а залежно від основного призначення – на типи. Види схем позначаються буквами, типи схем – арабськими цифрами.

У графічну частину проекту можуть бути включені:

електричні схеми: структурна (шифр Е1), функціональна (Е2), принципова (Е3), схема або таблиця з'єднань (Е4 або Т4), схема підключення (Е5), загальна (Е6), розташування (Е7), інші (Е8), об'єднана (Е0);

креслення: генеральний план (ГП), план-схема (ПС), план-розріз (ПР), енергетичний стан (ЕС), економічні показники (ЕП), охорона праці (ОП) тощо.

Правила виконання і оформлення електричних схем регламентуються стандартами сьомої групи ЄСКД (ГОСТ 2.701-84, ГОСТ 2.702-75). Позначення кіл в електричних схемах виконується згідно ГОСТ 2.709-72, буквено-цифрові позначення в електричних схемах – по ГОСТ 2.710-81. Лінії на схемах всіх типів виконуються відповідно до правил, встановлених ГОСТ 2.701-84 і ГОСТ 2.721-74.

Нижче приводяться загальні вимоги до виконання графічних документів курсового проекту.

Схеми виконуються без дотримання масштабу, дійсне просторове розташування основних частин виробу не враховують або враховують приблизно.

Наочні графічні елементи (таблиці, графіки, діаграми, формули та ін.) виконуються на аркушах ватману формату А1 (допускається, як виняток, використовувати формати А0 або А2) в кольорі. Основні вимоги по оформленню таблиць, графіків, рисунків, формул наведені вище.

На схемах, як правило, використовуються стандартні умовні графічні позначення (УГП). При виконанні схем на великих форматах всі УГП пропорційно збільшуються в порівнянні з приведеними в стандартах розмірами. Розміщення УГП на схемі повинно забезпечувати найпростіший вигляд схеми, з якнайменшим числом зламів і перетинів ліній зв'язку, при збереженні між паралельними лініями відстані не менше 5 мм. Лінії зв'язку і УГП виконуються лініями однієї і тієї ж товщини.

При необхідності на схемах розміщується текстова інформація: найменування або характеристики електричних сигналів, позначення електричних кіл, технічні характеристики тощо. Текстові дані можуть розташовуватися поряд з УГП (справа або зверху) або усередині УГП, поряд з лініями, в розриві або в кінці ліній, на вільному полі схеми. Таблиці, що поміщаються на вільному полі схеми, повинні мати найменування, що розкриває їх зміст.

На кожному аркуші графічних документів, зокрема на аркушах з наочними елементами проекту, виконується рамка і основний напис.

Назви графічних документів курсового проекту обов'язково включаються в додаток до пояснювальної записки.

2.5 Перевірка на плагіат та допуск до захисту курсового проекту

Курсовий проект допускається до захисту лише після перевірки керівником повноти та якості виконання індивідуального завдання та допуску ним до захисту, а також після перевірки пояснювальної записки на плагіат Інформаційним центром запобігання та виявлення плагіату (ІЦЗВП) НУ «Чернігівська політехніка» згідно [7,8]. Допустимі рівні унікальності тексту пояснювальної записки наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - Допустимі рівні унікальності тексту пояснювальної записки

Відсоток унікальності	Рекомендації
100-60%	висока унікальність, робота допускається до захисту
59-31%	середня унікальність, робота потребує доопрацювання в частині коректності та повноти цитувань
30% і нижче	низька унікальність, робота потребує суттєвого доопрацювання та обов'язкової повторної перевірки на плагіат

За умови, якщо відсоток унікальності індивідуального завдання 30% і нижче, завдання після повторної перевірки на плагіат не може бути оцінено на 90 і більше балів за 100-бальною шкалою відповідно до «Положення про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів вищої освіти Національного університету «Чернігівська політехніка»[8].

Автор індивідуального завдання на зворотній стороні титульного аркушу виконаного курсового проекту вказує інформацію відповідно Додатку Б.

2.6 Процедура захисту курсового проекту

Захист курсового проекту проводиться під час заліково-екзаменаційної сесії. Метою захисту є перевірка самостійності виконання студентом курсового проекту, оцінка засвоєння ним виконаної роботи. Захист курсового проекту приймається комісією, яка формується з викладачів кафедри. Підсумкова оцінка враховує вчасність та якість виконання етапів курсового проекту, якість доповіді та відповіді на запитання під час захисту. Результати захисту оголошуються

безпосередньо після захисту. Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою з подальшим переведенням у національну шкалу та шкалу ECTS.

В окремих випадках, згідно з наказом ректора (у зв'язку з карантинном тощо) захист може проводитися у дистанційній формі (у синхронному режимі) із забезпеченням автентифікації здобувачів вищої освіти.

3 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

При проектуванні електропостачання, електричного освітлення слід керуватися ДБН В.2.5-28 та ПУЕ, НПАОП 40.1-1.32, силового електрообладнання нових та існуючих, що підлягають реконструкції та капітальному ремонту, житлових будинків - ДБН В.2.2-15, ДБН В.2.5-23, ДБН В.2.5-24, ДБН В.2.5-56 та ДСТУ Б В.2.5-82, громадських будинків і споруд - ДБН В.2.2-9, житлових і громадських будинків з умовною висотою від 73,5м - ДБН В.2.2-41, будинків адміністративного та побутового призначення - ДБН В.2.2-28, підприємств торгівлі - ДБН В.2.2-23, підприємств харчування - ДБН В.2.2-25, закладів соціального захисту населення - ДБН В.2.2-18, готелів - ДБН В.2.2-20 та закладів охорони здоров'я - ДБН В.2.2-10.

У проектах електропостачання рекомендується передбачати такі рішення і устаткування, які забезпечують раціональне і економне використання електроенергії, а саме:

- а) побудову оптимальної мережі живлення та розподільної мережі;
- б) застосування енергозберігаючих світильників із підвищеною світловидатністю;
- в) встановлення у будівлях автономних систем з використанням:
 - г) повністю або частково відновлюваних джерел енергії;
 - д) теплових насосів;
 - е) когенераційних установок;
 - ж) систем акумуляційного електроопалення;
- з) застосування в місцях тимчасового перебування людей (під'їздах, сходових клітках, ліфтових площадках, коридорах тощо) пристроїв керування, які обмежують час перебування світильників у включеному стані або у включеному стані на повну потужність;
- и) встановлення пристроїв компенсації реактивної потужності з автоматичним регулюванням;
- к) спонукання споживачів до використання електроенергії в часи мінімальних навантажень енергосистеми шляхом застосування багатотарифних засобів обліку.

3.1 Розрахункові навантаження промислових підприємств

При проектуванні електропостачання розрахункове навантаження повинно визначатися на різних ієрархічних рівнях. У якості найбільш характерних розрахункових точок у ЕПС промислових підприємств виділяють:

- окремі електроприймачі (ЕП);
- силові розподільні пункти і щитки освітлення;
- кабельні лінії або розподільні шинопроводи напругою до 1000 В;
- збірні шини цехових ТП і магістральні шинопроводи;

- розподільні лінії 6–10 кВ, що живлять цехові трансформатори або окремі високовольтні електроприймачі;
- шини РП;
- шини низької напруги головної знижувальної підстанції.

Розрахунок електричних навантажень (ЕН) силових ЕП виконують методом коефіцієнтів використання і розрахункового навантаження [2].

Розрахунок навантаження групи ЕП з різко змінним навантаженням (установки для контактного електрозварювання, дугові сталеплавильні печі, потужні преси тощо) приймають еквівалентне (ефективне) навантаження, яке розраховують спеціальними методами або на основі групового графіка ЕН, одержаного методом імітаційного моделювання на основі індивідуальних технологічних графіків ЕН.

Установлену потужність освітлювальних установок розраховують методом питомої потужності. При цьому фактичну питому потужність освітлювальних установок знаходять за типом світильника, площею освітлювального приміщення та висотою підвісу світильника. Розрахункову потужність групи освітлювальних установок розраховують методом коефіцієнту попиту. Вибір типу освітлювальних приладів та вимоги до їх встановлення відповідно до ДБН В.2.5-28.

Як правило, визначення розрахункових навантажень виконується у вигляді таблиці встановленої форми Ф636-92.

3.2 Розрахункові навантаження житлових і громадських будинків

Умовно всі споживачі міста можна розподілити на житлові будинки, громадські й адміністративні будівлі, комунальні та дрібні промислові об'єкти. Згідно діючих норм (ДБН В.2.5-23) розрахункові навантаження у ЕПС міст визначаються відносно окремих стояків будинків, введів до них, ліній низької напруги, шин НН ТП, розподільних ліній, а також шин РП і ЦЖ [3].

3.3 Розрахункові навантаження сільськогосподарських об'єктів

В основу методу визначення навантаження споживачів у ЕПС агропромислового комплексу під час розрахунку електричних мереж сільськогосподарського призначення покладено підсумовування розрахункових навантажень [1, 5].

3.4 Вибір місця розташування ТП

Приєднання електричних мереж будинків здійснюється до існуючих ТП/РП. У випадку, коли заплановане приєднання перевищує ресурс існуючої ТР/РП вирішується задача проектування нової ТП/РП, що включає вибір місця розташування та потужність нової ТП.

3.5 Вибір перерізів та марки КЛ

Відповідно до діючих нормативних документів вибір параметрів усіх основних елементів ЕПС здійснюється, виходячи з економічних міркувань, за умови виконання ряду технічних вимог, які повинні задовольнятися в нормальному та післяаварійному режимах роботи згідно з ПУЕ, НПАОП 40.1-1.32, ДБН В.2.5-23.

4 ПРИКЛАД ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

Для виконання курсового проекту кожному здобувачу викладач видає особистий варіант завдання. Згідно з варіантом ЗВО необхідно виконати наступні пункти:

1. Спроектувати систему електропостачання мікрорайону міста. Параметри житлових та громадських будівель і споруд приведені в таблиці 1

Таблиця 1 – Вихідні данні для проектування

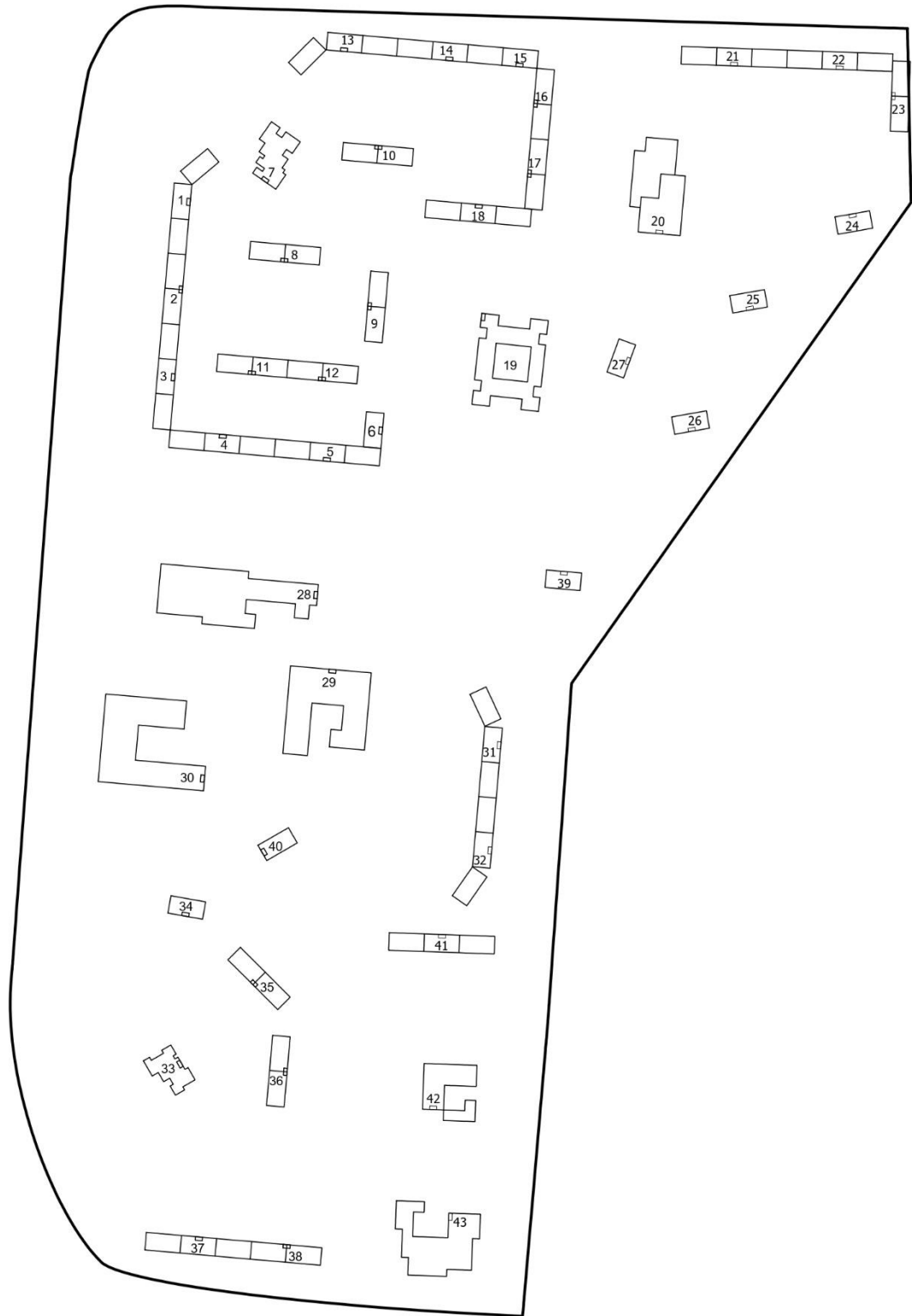
№ пп	Кількість житлових будинків, %			Розміщення центру живлення		Номер плану
	16-поверхові	12-поверхові	9-поверхові	напрямок	Відстань, км	
1	35	35	30	Пд	1,0	1
2	25	30	45	Пд-Зх	0,5	2
3	35	40	25	Зх	0,2	4
4	20	30	50	Пн	1,1	3
5	50	25	25	Пн-Зх	0,3	5
6	40	25	35	Пн-Сх	1,0	1
7	10	30	60	Сх	0,5	2
8	20	40	40	Пд-Сх	0,2	3
9	30	50	20	Пд	0,1	4
10	40	60	-	Пд-Зх	0,3	5
11	50	20	30	Зх	1,0	1
12	60	15	25	Пн	0,5	2
13	70	20	10	Пн-Зх	0,2	4
14	75	25	-	Пн-Сх	1,1	3
15	-	70	25	Сх	0,3	5
16	25	-	70	Пд-Сх	1,0	1
17	10	15	75	Пд	0,5	2
18	-	50	50	Зх	0,2	3
19	10	50	40	Пн	1,1	4
20	30	25	45	Пн-Зх	0,3	5
21	10	50	40	Пн-Сх	0,4	1
22	15	55	30	Сх	0,5	2
23	20	45	35	Пд-Сх	0,6	3
24	25	50	25	Пд	0,7	4
25	30	20	50	Пд-Зх	0,8	1
26	35	50	15	Зх	0,9	5
27	40	10	50	Пн	1,1	1
28	30	35	35	Пн-Зх	1,0	2
29	20	45	35	Пн-Сх	1,5	3
30	35	20	45	Пн-Сх	1,3	4
31	10	35	55	Пн-Зх	1,2	5
32	10	55	35	Зх	1,8	3
33	20	45	35	Пн	1,2	2
34	25	40	35	Сх	1,9	1
35	15	15	70	Пд	2,0	5

2. Курсовий проект обов'язково повинен включати в себе наступне:
 - Характеристика мікрорайону, що проектується.
 - Розрахунок електричних навантажень житлових та громадських будівель і споруд.
 - Вибір місць, числа та кількості ТП(РП) 10/0,4кВ.
 - Розрахунок навантаження на кожну ТП(РП) 10/0,4кВ та вибір потужності їх трансформаторів.
 - Розрахунок струмів КЗ.
 - Вибір кабелів ЛЕП та електрообладнання на ТП(РП) 10/0,4кВ, включаючи ЛЕП 0,4кВ. Перевірка вибраного обладнання на термічну та динамічну стійкість.

3. Обов'язково необхідно передбачити наступні громадські будівлі: школа, дитячий садок, будинок культури, гаражі (парковка), продуктовий магазин (супермаркет), магазин промтоварів, поліклініка, театр, готель, кінотеатр, перукарня, спортзал, аптека, зоомагазин, кафе (ресторан), кав'ярня.

4. Графічна частина (ГЧ) повинна бути виконана у відповідності до діючої НТД, ЕСКД та СПДС. ГЧ повинна включати в себе:
 - План мікрорайону з нанесеними житловими та громадськими будівлями і спорудами, КЛ, ТП, РП і т.п.
 - Схема системи електропостачання мікрорайону з вибраними КЛ, ТП, РП.
 - Схема електрична принципова найбільшого РП з вибраним обладнанням.
 - План та розрізи закритого РП.
 - Розріз траншеї з прокладеними в ній КЛ.

5. Варіанти планів мікрорайону додаються у вигляді AutoCAD файлу.



РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Проектування систем забезпечення споживачів електричною енергією [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітніх програм «Системи забезпечення споживачів електричною енергією» та «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології» / В. А. Попов, В. В. Ткаченко, О. С. Ярмолюк ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 14,5 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 222 с.

2. ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015 Настанова з проектування систем електропостачання промислових підприємств. Київ : Мінрегіон, 2016. 79 с.

3. ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 104 с.

4. Бурбело М.Й. Розрахунок внутрішнього електропостачання. Вінниця : Вінницький національний технічний університет, 2017. 123 с.

5. Козирський В.В., Каплун В.В., Волошин С.М. Електропостачання агропромислового комплексу. Київ : Аграрна освіта, 2011. 448 с.

6. Правила улаштування електроустановок. Київ, 2017. 617 с.

7. Порядок проведення перевірки кваліфікаційних робіт та індивідуальних завдань здобувачів вищої освіти на плагіат в Національному університеті «Чернігівська політехніка». – Режим доступу: <https://stu.cn.ua/wp-content/stu-media/normobaza/normdoc/norm-osvitproces/poryadok-provedennya-perevirky-kval-robit-ta-indyvidualnyh-zavdan-na-plagiat.pdf>

8. Положення про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів вищої освіти Національного університету «Чернігівська політехніка». – Режим доступу: <https://stu.cn.ua/wp-content/stu-media/normobaza/normdoc/norm-osvitproces/polozhennya-pro-potochne-ta-pidsumkove-oczinyuvannya-znan-zdobuvachiv-vo.pdf>

ДОДАТОК А. ТИТУЛЬНИЙ АРКУШ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Навчально-науковий інститут електронних та інформаційних технологій
Кафедра електричної інженерії та інформаційно-вимірювальних
технологій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до курсового проекту з дисципліни: _____

на тему: _____

Виконавець

студент гр. _____

(прізвище, ім'я, по батькові)_____
(підпис)

Керівник

(посада)_____
(науковий ступінь, вчене звання)_____
(прізвище, ім'я, по батькові)_____
(підпис)

Чернігів 20__

ДОДАТОК Б. ЗВОРОТНА СТОРОНА ТИТУЛЬНОГО АРКУШУ

Я, _____, підтверджую, що дана робота є моєю власною письмовою роботою, оформленою з дотриманням цінностей та принципів етики і академічної доброчесності відповідно до Кодексу академічної доброчесності Національного університету «Чернігівська Політехніка». я не використовував жодних джерел, крім процитованих, на які надано посилання в роботі.

(дата)

Підпис