МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики
Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Ільніцький Ілля Вікторович

УДК 621.3.01

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування, розрахунок та побудова картограми і визначення центру електричних навантажень токарного цеху промислового підприємства

(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Ільніцький І.В.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Денисюк Анатолій Юрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)
к.т.н., доцент кафедри електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології
(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2026

АНОТАЦІЯ

Ільніцький І.В Обґрунтування, розрахунок та побудова картограми і визначення центру електричних навантажень токарного цеху промислового підприємства. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2026.

Основною метою роботи **є** розрахунок картограми навантаження токарного цеху промислового підприємства.

Результатом роботи є побудова картограми і визначення центру електричних навантажень цехової мережі.

Ключові слова: електроприймач, комплектні конденсаторні установки, розподільний пункт, пристрій заземлення.

ABSTRACT

Ilnitsky I.V. Justification, calculation and construction of a cartogram and determination of the center of electrical loads of a turning shop of an industrial enterprise. Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics - Polissia National University, Zhytomyr, 2026.

The main purpose of the work is to calculate the load cartogram of a turning shop of an industrial enterprise.

The result of the work is the construction of a cartogram and determination of the center of electrical loads of the shop network.

Keywords: electrical receiver, complete capacitor units, distribution point, grounding device.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СХЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОКАРНОГО ЦЕХУ	7
1.1. Основні поняття та визначення	7
1.2. Характеристика системи електропостачання	10
1.3. Призначення та склад електричного обладнання	12
1.4. Вибір величини напруги живлення	13
Висновки по розділу 1	14
РОЗДІЛ 2. ВИБІР СХЕМИ ЦЕХОВОЇ СИЛОВОЇ МЕРЕЖІ	15
Вибір схеми цехової силової мережі	15
Висновки по розділу 2	17
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК СХЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОКАРНОГО ЦЕХУ	18
Визначення центру електричних навантажень	18
Висновки по розділу 3	24
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	25
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	26

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АВР – автоматичне включення резерву

АД – асинхронний двигун

ЕО – електрообладнання

ЕП – електроприймач

ККУ – комплектні конденсаторні установки

НН – низька напруга

ПЗ – пристрій заземлення

ПС – підстанція

ПУЕ – Правила устаткування електроустановок

РП – розподільний пункт

ШНВ – шафа низьковольтна ввідна

ШНЛ – шафа низьковольтна лінійна

ШРА – шинопровід розподільчий алюмінієвий

ЩАО – щиток аварійного освітлення

ЩРО – щиток робочого освітлення

ВСТУП

Актуальність роботи. Від ефективності системи електропостачання безпосередньо залежить продуктивність, безпека та економічна доцільність роботи підприємства. Сучасні промислові підприємства характеризуються високою концентрацією електрообладнання та значним споживанням електроенергії. Це висуває особливі вимоги до проектування, монтажу та експлуатації систем електропостачання.

Через це питання визначення центру електричних навантажень підприємства є актуальними.

Метою роботи є оптимізація навантаження токарного цеху промислового підприємства.

Для досягнення запланованого в роботі реалізуються такі завдання:

1. Здійснення аналізу схеми електропостачання цеху, обрання рівня живлючої напруги.

2. Виконання розрахунку та побудова картограми і визначення центру електричних навантажень токарного цеху промислового підприємства.

Об'єктом дослідження є аналіз токарного цеху, структура та склад електрообладнання розглядаємого цеху, вибір величин навантадення.

Предметом дослідження є електрична схема токарного цеху з урахуванням навантаження.

Методи досліджень. Під час проведення досліджень, використовувалися методи системного аналізу, методи математичного моделювання.

Практична значимість результатів роботи:

Сформовано методологічні засади покращення вибору, електропостачання промислового об'єкту, що дають змогу успішно вирішувати такі практичні проблеми:

1. Удосконалити вибір системи електропостачання типового промислового об'єкта згідно з його особливостями, можливостями для встановлення необхідного обладнання.

2. Надалі проводити розбудову системи електропостачання.

Перелік публікацій автора за темою дослідження :

Ільніцький І.В. РОЗРАХУНОК КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ.

Наукові читання – 2026: збірник тез доповідей науково-практичної конференції за підсумками І-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 20 квітня 2026 р. Житомир: Поліський національний університет, 2026. - С 92-93.

Ільніцький І.В., Грабовський Н. Л. ВИБІР ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВИМИКАЧІВ І ПЕРЕРІЗУ КАБЕЛІВ ЦЕХОВОЇ МЕРЕЖІ.

Наукові читання – 2026: збірник тез доповідей науково-практичної конференції за підсумками І-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 20 квітня 2026 р. Житомир: Поліський національний університет, 2026. - С 89-91.

1. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СХЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОКАРНОГО ЦЕХУ МАШИНОБУДІВЕЛЬНОГО ЗАВОДУ

1.1. Основні поняття та визначення. Термінологічний словник

Сучасне життя важко уявити без вживання електричної енергії. Вона використовується у всіх сферах господарської діяльності [1].

Електрична енергія продукується на електричних станціях, що пов'язані між собою та зі споживачами електричними системами [2].

Розробка енергосистем дозволяє не лише підвищити економічність енергозабезпечення, а й відчутно збільшити його стійкість, надійність та якість [4].

Частину енергосистеми, що об'єднує генератори, розподільні пристрої (РУ), трансформаторні підстанції (ТП) та споживачі електричної енергії (електроприймачі – ЕП), прийнято називати *електричною системою*.

Частина електричної системи, до якої входять ТП та лінії різних напруг, називають *електричною мережею (ЕС)*. ЕС поділяються на живильні та розподільні.

Живлячі електричні мережі здійснюють передачу (транспорт, каналізацію) електричної енергії до розподільчих пунктів (РП) або ТП та не мають підключених ЕП.

Розподільні електричні мережі передають електроенергію від знижувальних ТП безпосередньо споживачам, або за повітряними лініями електропередачі (ПЛ), або кабельними лініями (КЛ).

На різних ієрархічних рівнях електроенергетики та різних ситуаціях провідними є ті чи інші критерії. Однак у всіх випадках підвищення надійності як обов'язкова умова підвищення ефективності виробництва пов'язане зі збільшенням витрат, що вкладаються у створення та експлуатацію енергетичних систем, їх частин та елементів.

Одним з найважливіших завдань електропостачання, при забезпеченні його надійності у будь-якій галузі господарської діяльності, є найбільш

доцільне мережне будівництво. Воно полягає не тільки у прийнятті професійних рішень щодо схем електропостачання на стадії проектування, а й у використанні найсучаснішого мережного обладнання.

Якість електричної енергії, як невід'ємний атрибут будь-якого товару, є найбільш всеосяжною характеристикою як товаровиробника (енергопостачальної організації), так і безпосередньо споживача, що є джерелом спотворень, що вносяться в роботу енергосистеми в цілому.

Електроенергетичною системою називається електрична частина енергосистеми та приймачі електричної енергії, що живляться від неї, об'єднані загальним процесом виробництва, передачі, розподілу та прийому електричної та інших видів енергії.

Електричною системою (*енергосистемою*) називається сукупність електростанцій електричних та теплових мереж, з'єднаних між собою та пов'язаних спільністю режиму у безперервному процесі виробництва, перетворення та розподілу електричної енергії та теплоти при загальному керуванні цим режимом.

*Електричною частиною*системиназивається сукупність електроустановок електричних станцій та електричних мереж енергосистем.

Електропостачанням називаєтьсязабезпечення споживачів електричною енергією

Системою електропостачання називається сукупність електроустановок, призначених для забезпечення споживачів електричною енергією.

Електрична мережа є пристроєм, що з'єднує джерела живлення зі споживачами електричної енергії. Основним призначенням електричних мереж є *електропостачання споживачів,* а також передача енергії на великі відстані.

Вузловою розподільчою підстанцією (ВРП) є підстанція підприємства напругою 110-220 кВ, що отримує електроенергію від енергосистеми та

розподіляє її за головними низькими підстанціями (ГПП) або підстанціями глибокого введення (ПГВ) по території підприємства.

Головна низька підстанція (ГПП) - являє собою трансформаторну підстанцію, що отримує електроенергію від енергосистеми на напругах 35 кВ і вище та розподіляє її територією підприємства.

Підстанція глибокого введення (ПГВ) –підстанції110/10 та 35/0,4 кВ, що виконуються за спрощеними схемами первинної комутації, що отримує живлення від енергосистеми або вузлової розподільної підстанції даного підприємства та призначена для живлення окремого цеху, корпусу, групи цехів підприємства.

Центральний розподільчий пункт (ЦРП) – РУ підприємства, одержує електроенергію від енергосистеми на напрузі 6-10 кВ і розподіляє її на тій же напрузі на території підприємства.

Внутрішньоцехова підстанція - підстанція, розташована всередині виробничої будівлі (відкрито або в окремому закритому приміщенні).

Стовпова (щогла) трансформаторна підстанція -відкрита трансформаторна підстанція, все обладнання якої встановлено на конструкціях або опорах повітряних ліній на висоті, що не потребує огородження підстанції.

Струмопровід -пристрій, призначений для передачі та розподілення електроенергії, що складається з неізольованих та ізольованих провідників та ізоляторів, що відносяться до них, захисних оболонок, відгалужувальних пристроїв, підтримуючих та опорних конструкцій [3].

Шинопровід -жорсткий струмопровід до1 кВ, що постачається комплектними секціями [3].

Головний розподільчий щит (ГРЩ) - розподільний щит, через який постачається електроенергією вся будівля або її відокремлена частина [4].

Центральний розподільчий пункт (ЦРП) – РУ підприємства, одержує електроенергію від енергосистеми на напрузі 6-10 кВ і розподіляє її на тій же напрузі на території підприємства.

Внутрішньоцехова підстанція -підстанція, розташована всередині виробничої будівлі (відкрито або в окремому закритому приміщенні).

Стовпова (щогла) трансформаторна підстанція -відкрита трансформаторна підстанція, все обладнання якої встановлено на конструкціях або опорах повітряних ліній на висоті, що не потребує огородження підстанції.

Струмопровід -пристрій, призначений для передачі та розподілення електроенергії, що складається з неізольованих та ізольованих провідників та ізоляторів, що відносяться до них, захисних оболонок, відгалужувальних пристроїв, підтримуючих та опорних конструкцій.

Шинопровід -жорсткий струмопровід до1 кВ, що постачається комплектними секціями.

*Головний розподільчий щит (ГРЩ)*розподільний щит, через який постачається електроенергією вся будівля або її відокремлена частина.

Центральний розподільчий пункт (ЦРП) –РУ підприємства, одержує електроенергію від енергосистеми на напрузі 6-10 кВ і розподіляє її на тій же напрузі на території підприємства.

Стовпова (щогла) трансформаторна підстанція -відкрита трансформаторна підстанція, все обладнання якої встановлено на конструкціях або опорах повітряних ліній на висоті, що не потребує огородження підстанції.

1.2.Характеристика системи електропостачання

Електропостачання промислових підприємств є складним і багатоаспектним процесом, що забезпечує надійне та безперебійне функціонування виробничих потужностей. Від ефективності системи

електропостачання безпосередньо залежить продуктивність, безпека та економічна доцільність роботи підприємства. Сучасні промислові підприємства характеризуються високою концентрацією електрообладнання та значним споживанням електроенергії. Це висуває особливі вимоги до проектування, монтажу та експлуатації систем електропостачання. Важливим аспектом є забезпечення якості електроенергії, оскільки відхилення параметрів від норми можуть призвести до збоїв у роботі обладнання та зниження якості продукції, що випускається. Системи електропостачання промислових підприємств повинні бути спроектовані з урахуванням перспектив розвитку підприємства та збільшення його виробничих потужностей. Необхідно передбачати резервування основних елементів системи, а також можливість оперативного перемикання на резервні джерела живлення. Важливу роль відіграє впровадження сучасних технологій та обладнання, що дозволяють підвищити ефективність використання електроенергії та знизити витрати на її оплату. На закінчення слід зазначити, що надійне та ефективне електропостачання є одним із ключових факторів успішної роботи будь-якого промислового підприємства.

Електропостачання промислових підприємств являє собою складний і багатогранний процес, що забезпечує надійну та безперебійну роботу виробничих потужностей. Від ефективності системи електропостачання безпосередньо залежить продуктивність, безпека та економічна доцільність роботи підприємства. Сучасні промислові підприємства характеризуються високою концентрацією електрообладнання та значним споживанням електроенергії. Це висуває особливі вимоги до проектування, монтажу та експлуатації систем електропостачання. Важливим аспектом є забезпечення якості електроенергії, оскільки відхилення параметрів від норми можуть призвести до збоїв у роботі обладнання та зниження якості продукції. Системи електропостачання промислових підприємств мають бути спроектовані з урахуванням перспектив розвитку підприємства і збільшення його

виробничих потужностей. Потрібно передбачати резервування основних елементів системи, а також можливість оперативного переключення на резервні джерела живлення. Важливу роль відіграє впровадження сучасних технологій та обладнання, що дозволяють підвищити ефективність використання електроенергії та знизити витрати на її оплату. На завершення слід відзначити, що надійне та ефективне електропостачання є одним з ключових факторів успішної роботи будь-якого промислового підприємства.

1.3. Призначення та склад електричного обладнання

Досліджуваний токарний цех призначений для виготовлення та обробки деталей машин, інструментів, заготовок із металу, дерева, пластику тощо шляхом обертання заготовки навколо нерухомого різального інструменту, що включає точіння циліндричних, конічних, фасонних поверхонь, підрізання торців, нарізання різьби, свердління та інші операції для створення потрібної форми, розмірів та шорсткості поверхні..

У цеху встановлене наступне устаткування.

Таблиця 1.1. Устаткування та обладнання, що входить до складу цеху

№ з/п	Номер на плані	Найменування електроприймачів
1	1, 2	Токарно-револьверні багатоцільові верстати
2	3, 21, 27	Кран-балка
3	4, 5	Токарні верстати з ЧПУ
4	6, 7, 15, 16	Свердлильно-фрезерні верстати
5	8	Кондиціонер
6	9, 10, 11, 12	Токарні верстати з ЧПУ збільшеної точності
7	13, 17, 18	Координатно-свердлильні горизонтальні верстати
8	14	Стругальний верстат
9	19	Шліфувальний верстат

10	20	Наждачний верстат
11	22, 23	Токарні багатоцільові дротово-патронні модулі
12	24, 29, 30	Токарні-вертикальні напівавтомати з ЧПУ
13	25, 26, 28	Координатно-свердлильні вертикальні верстати

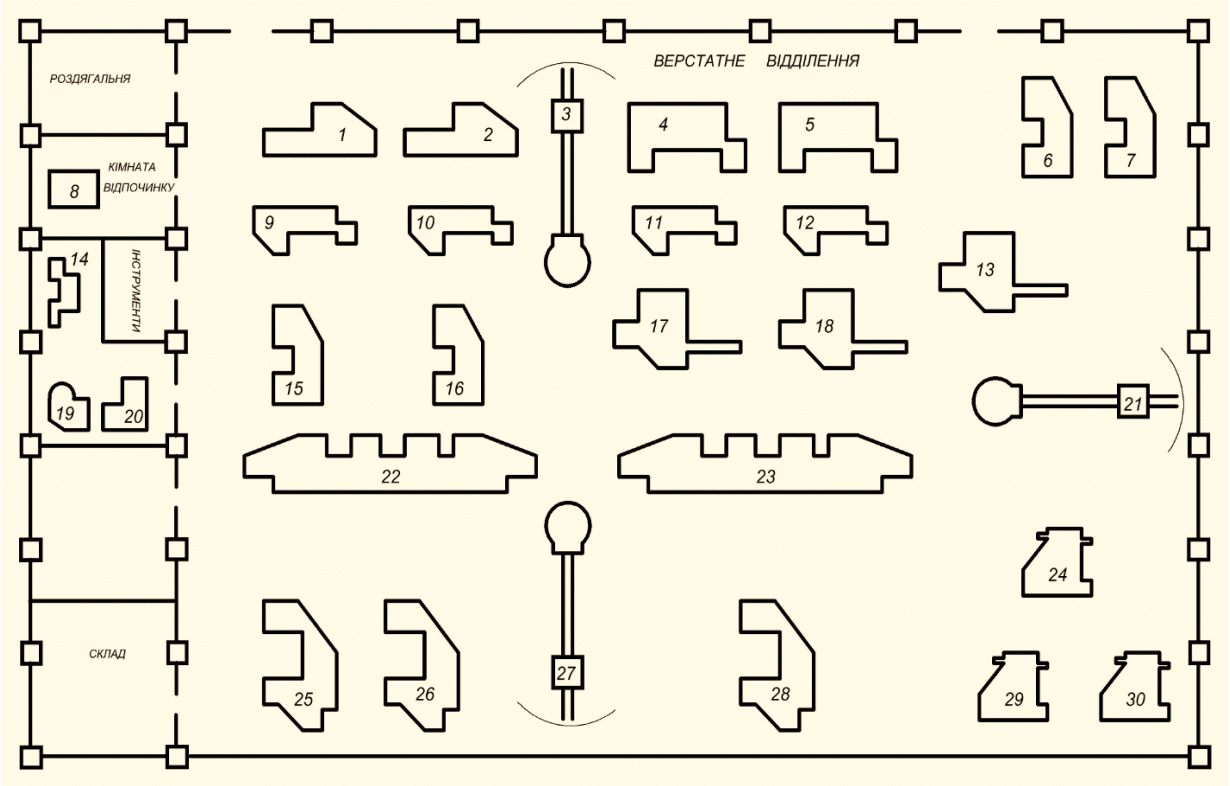


Рисунок 1.1–Розміщення технологічного обладнання

1.4.Вибір величини напруги живлення

Напругу 35 кВ здебільшого рекомендується використовувати для розподілу енергії на першому ступені середніх підприємств за відсутності великої кількості електродвигунів напругою вище 1000 В [5].

Напругу 10 кВ слід використовувати для внутрішньозаводського розподілу енергії.

Використаннянапруги 6 кВ повинно визначатись наявністю електроустаткування на 6 кВ та техніко-економічними показниками під час виборувеличини напруги живлення.

Для живлення освітлювальних установок промислових, житлових та загальних будівель, у більшості випадків, застосовують трифазні чотирьохпровідні мережі змінного струму 380/220 В за заземленої нейтралі, та 220 Вза ізольованоїнейтралі або постійному струмі[3].

Проаналізувавши вихідні дані, для живлення електрообладнання токарного цеху обираю напругу 0,4 кВ.

Висновки по першому розділу

В даному розділі було проаналізовано класифікацію споживачів електроенергії по ступені надійності електропостачання, та обрана категорія надійності токарного цеху для розрахунків електропостачання.

2. ВИБІР СХЕМИ ЦЕХОВОЇ СИЛОВОЇ МЕРЕЖІ

2.1. Вибір схеми цехової силової мережі

При виборі схеми цехової мережі враховують такі фактори [3]:

- потужність окремих ЕП;
- розміщення ЕП на території цеху;
- потрібна надійність живлення;
- характер технологічного процесу;
- умови середовища та ін.

Цехові силові електричні мережі можуть бути виконані за радіальною, магістральною або змішаною схемами(рис. 1.1, 1.2, 1.3).

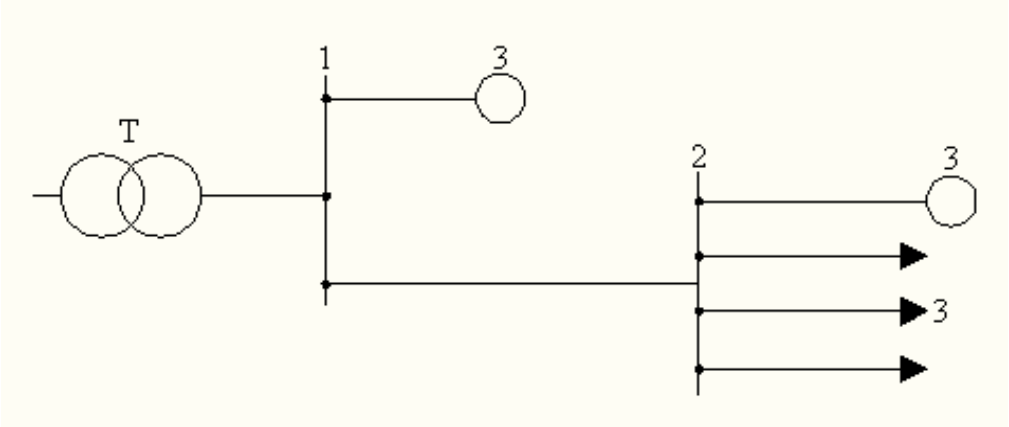


Рисунок 1.1 – Радіальна схема живлення електро приймачівпри напрузі до 1 кВ: 1 - розподільний пристрій низької напруги (НН) цехової підстанції; 2 - силова розподільна шафа; 3 - електроприймачі.

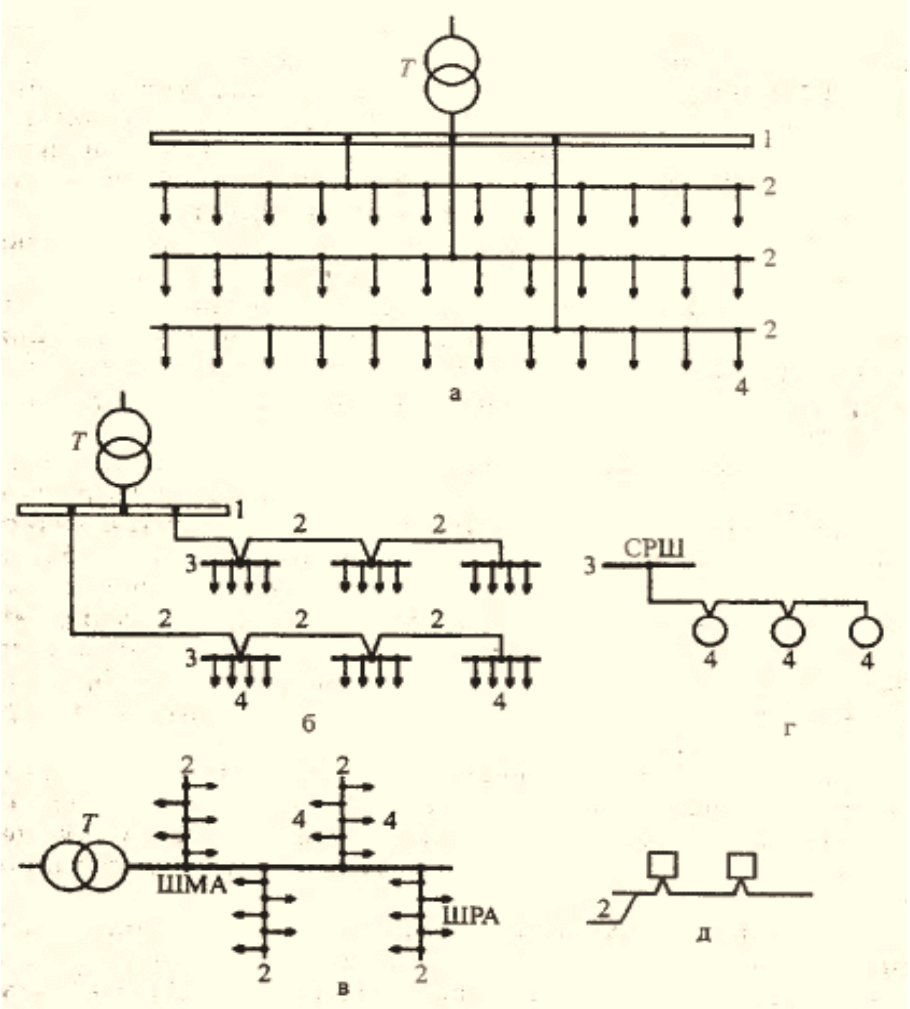


Рисунок 1.2 – Магістральні схеми живлення електроприймачів при напрузі до 1 кВ: а – з розподіленим навантаженням; б – з зосередженим навантаженням; в – блок “трансформатор-магістраль”; г - “ланцюжок; д – модульна; 1 - розподільний пристрій НН ЦТП; 2 – магістралі; 3 - силова розподільна шафа; 4 - електроприймачі.

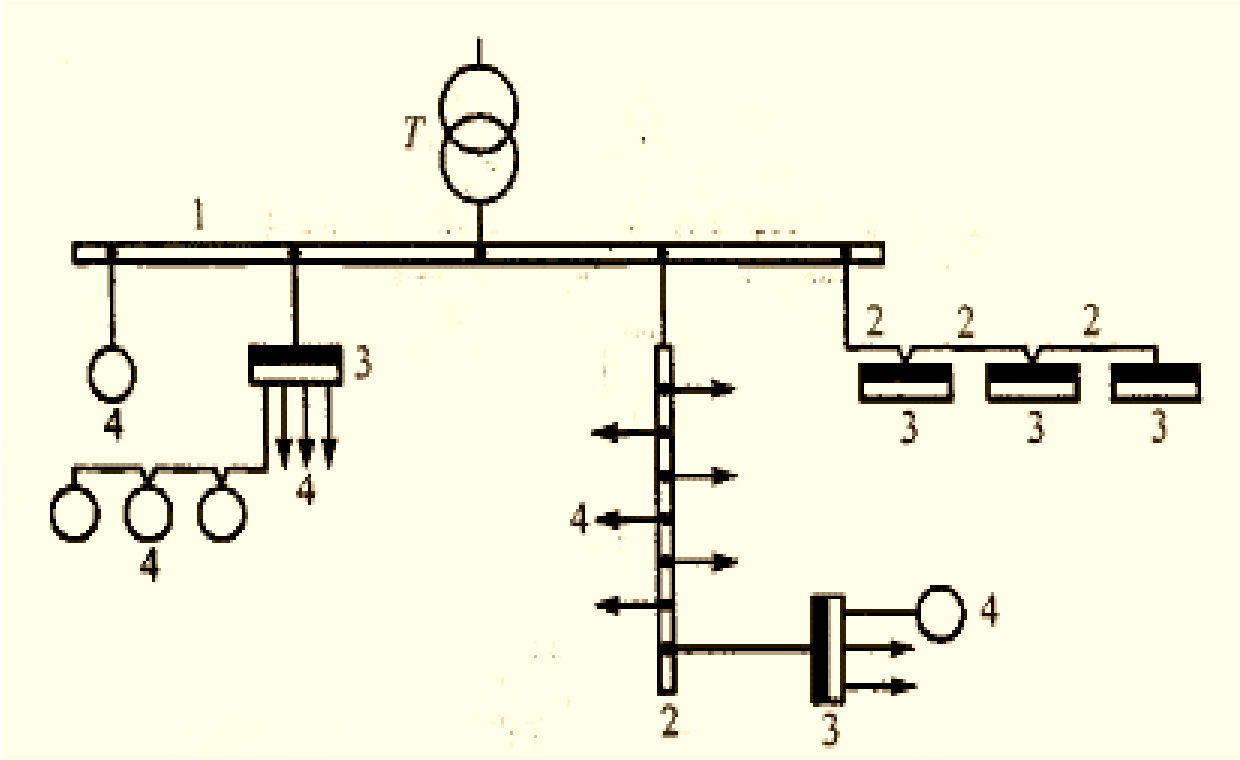


Рисунок 1.3 – Приклад змішаної схеми: 1 - розподільний пристрій НН ЦТП; 2 – магістралі; 3 - силова розподільна шафа; 4 - електроприймачі.

На основі аналізу розміщення технологічного обладнання (рисунок 1.4), зважаючи на необхідність забезпечення надійності електропостачання, зручності експлуатації, капітальні затрати і втрати напруги, обираємо радіальну схему цехової електричної мережі.

Висновки по другому розділу

В даному розділі було обрана схема цехової силової мережі. Цех відноситься до II категорії надійності елетропостачання, в якості напруги живлення ЦТП обрана напруга 10 кВ, а живлення електроприймачів цеху буде здійснюватися напругою 380 В.

3 РОЗРАХУНОК СХЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОКАРНОГО ЦЕХУ

3.1. Визначення центру електричних навантажень

Розташування електричних щитків, СРШ проектованого цеху треба визначаємо умовні точки на плані цеху, що відповідають центру електричних навантажень цеху.

Для розрахунків врахуємо розрахункове навантаження електричного освітлення, яке визначимо за питомою потужністю.

$$P_p^{\,0} = P_{пит} \cdot K_n^{\,0} \cdot S \qquad (3.1)$$

де $P_p^{\,0}$ – розрахункова потужність, необхідна для освітлення цеху, кВт;

$P_{пит}$ – питома норма освітленості цеху, кВт/м^2;

$K_n^{\,0}$ – коефіцієнт попиту освітлювального навантаження;

S – площа цеху, м^2.

Обираємо $K_n^o = 1{,}7$ для люмінесцентних ламп;

$$P_{пит} = 10 \cdot 10^{-3} кВт / м$$

$$P_{p1}^0 = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}7 \cdot 1344 = 22{,}8 \;\; кВт$$

Для подальшого розрахунку врахуємо $1/4$ від потужності загального освітлення для кожної СРШ.

Для СРШ – 1:

$$P_{p\Sigma} = \sum P_{pi} + P_p^0 \qquad (3.2)$$

$$Q_{p\Sigma} = P_{p\Sigma} \cdot tg\varphi_{cp} \qquad (3.3)$$

$$S_p = \sqrt{P_{p\Sigma}^2 + Q_{p\Sigma}^2} \cdot K_{p\text{М}} \qquad (3.4)$$

$$P_{p\Sigma 1} = 33 + 5{,}7 = 38{,}7 \quad кВт$$

$$Q_{p\Sigma 1} = 38{,}7 \cdot 0{,}54 = 20{,}9 \quad кВАр$$

$$S_{p1} = \sqrt{38{,}7^2 + 20{,}9^2} \cdot 1 = 44{,}1 \quad кВА$$

Для СРШ – 2:

$$P_{p\Sigma 2} = 29{,}9 + 5{,}7 = 35{,}6 \quad кВт$$

$$Q_{p\Sigma 2} = 35{,}6 \cdot 0{,}54 = 19{,}2 \quad кВАр$$

$$S_{p2} = \sqrt{35{,}6^2 + 19{,}2^2} \cdot 1 = 40{,}4 \quad кВА$$

Для СРШ – 3

$$P_{p\Sigma 3} = 30{,}4 + 5{,}7 = 36{,}1 \quad кВт$$

$$Q_{p\Sigma 3} = 36{,}1 \cdot 0{,}54 = 19{,}5 \quad кВАр$$

$$S_{p3} = \sqrt{36{,}1^2 + 19{,}5^2} \cdot 1 = 41{,}1 \quad кВА$$

Для СРШ – 4

$$P_{p\Sigma 4} = 31{,}1 + 5{,}7 = 36{,}8 \quad кВт$$

$$Q_{p\Sigma 4} = 36{,}8 \cdot 0{,}54 = 19{,}9 \quad кВАр$$

$$S_{p4} = \sqrt{36{,}8^2 + 19{,}9^2} \cdot 1 = 41{,}8 \quad кВА$$

Для вибору місць розташування СРШ побудуємо картограму навантажень цеху визначимо центр електричних навантажень цеху.

Вибираємо масштаб побудови картограми навантажень. Приймемо m_p =0,085 кВт/м^2. Тоді радіус кола навантаження токарного цеху при даному масштабі:

$$r = \sqrt{\frac{P_{p\Sigma}}{\pi \cdot m_p}} \qquad (3.5)$$

$$r = \sqrt{\frac{147,2}{\pi \cdot 0,085}} = 23,5 \quad м$$

Визначимо радіус навантаження кожної з СРШ за формулою (3.5):

Для СРШ – 1:

$$r_1 = \sqrt{\frac{38,7}{\pi \cdot 0,085}} = 12 \quad м$$

Для СРШ – 2:

$$r_2 = \sqrt{\frac{35,6}{\pi \cdot 0,085}} = 11,5 \quad м$$

Для СРШ – 3:

$$r_3 = \sqrt{\frac{36,1}{\pi \cdot 0,085}} = 11,5 \quad м$$

Для СРШ – 4:

$$r_4 = \sqrt{\frac{36,8}{\pi \cdot 0,085}} = 11,5 \quad м$$

Центри електричних навантажень (Ц.Е.Н.) знаходяться за формулами $[10]$:

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_{p\sum i} \cdot X_i}{\sum_{i=1}^{n} P_{p\sum i}} \tag{3.6}$$

$$Y_0 = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_{p\sum i} \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^{n} P_{p\sum i}} \tag{3.7}$$

де $\sum_{i=1}^{n} P_{p\sum i}$ – сумарна активна розрахункова потужність групи електроприймачів, кВт;

$\sum_{i=1}^{n} P_{p\sum i}$ –сумарна активна розрахункова потужність цеху(РП), кВт;

X_i, Y_i – координати *і*-тої ділянки відповідно по *x* і *y*.

Для СРШ – 1:

$$X_1 = \frac{18 \cdot 40{,}4 + 18 \cdot 45{,}4 + 18 \cdot 42{,}2 + 6{,}4 \cdot 42 + 6{,}4 \cdot 45{,}4 + 12{,}5 \cdot 39{,}2 + 12{,}2 \cdot 43{,}4}{3 \cdot 18 + 2 \cdot 6{,}4 + 12{,}5 + 12{,}2} = 43 \quad м$$

$$Y_1 = \frac{18 \cdot 2{,}8 + 18 \cdot 2{,}8 + 18 \cdot 7{,}5 + 6{,}4 \cdot 24 + 6{,}4 \cdot 24 + 12{,}5 \cdot 18{,}7 + 12{,}2 \cdot 13{,}7}{3 \cdot 18 + 2 \cdot 6{,}4 + 12{,}5 + 12{,}2} = 10 \quad м$$

Для СРШ – 2:

$$X_2 = \frac{9{,}2 \cdot 10{,}8 + 9{,}2 \cdot 17{,}2 + 6{,}4 \cdot 45{,}4 + 6{,}4 \cdot 42 + 18 \cdot 14{,}8 + 2 \cdot 9{,}2 + 2 \cdot 6{,}4 + 18 + 11 \cdot 12 + 11 \cdot 17 + 12{,}2 \cdot 22{,}2}{+ 2 \cdot 11 + 12{,}2} = 20 \quad м$$

$$Y_2 = \frac{9{,}2 \cdot 20{,}5 + 9{,}2 \cdot 20{,}5 + 6{,}4 \cdot 15{,}3 + 6{,}4 \cdot 15{,}3 + 18 \cdot 11 + 2 \cdot 9{,}2 + 2 \cdot 6{,}4 + 18 + 11 \cdot 3{,}6 + 11 \cdot 3{,}6 + 12{,}2 \cdot 13{,}7}{+ 2 \cdot 11 + 12{,}2} = 12 \quad м$$

Для СРШ – 3:

$$X_3 = \frac{8 \cdot 26{,}6 + 8 \cdot 33 + 9{,}2 \cdot 26{,}6 + 9{,}2 \cdot 32{,}8 + 12{,}5 \cdot 25{,}8 + 2 \cdot 8 + 2 \cdot 9{,}2 + 2 \cdot 12{,}5 + 12{,}5 \cdot 32{,}6 + 18 \cdot 30{,}2 + 11 \cdot 31{,}4}{+ 18 + 11} = 30 \quad м$$

$$Y_3 = \frac{8 \cdot 24 + 8 \cdot 24 + 9{,}2 \cdot 20{,}5 + 9{,}2 \cdot 20{,}5 + 12{,}5 \cdot 16{,}5 + 2 \cdot 8 + 2 \cdot 9{,}2 + 2 \cdot 12{,}5 + 12{,}5 \cdot 16{,}5 + 18 \cdot 11 + 11 \cdot 3{,}6}{+ 18 + 11} = 16 \quad м$$

Для СРШ – 4:

$$X_4 = \frac{14 \cdot 12{,}2 + 14 \cdot 18 + 12{,}2 \cdot 22 + 4{,}8 \cdot 1{,}8 + 15 \cdot 1{,}6 + 7{,}5 \cdot 1{,}4 + 7{,}5 \cdot 4{,}2}{2 \cdot 14 + 12{,}2 + 4{,}8 + 15 + 7{,}5 + 7{,}5} = 10 \quad м$$

$$Y_4 = \frac{14 \cdot 24 + 14 \cdot 24 + 12{,}2 \cdot 22 + 4{,}8 \cdot 21{,}6 + 15 \cdot 18 + 7{,}5 \cdot 13{,}1 + 7{,}5 \cdot 13{,}3}{2 \cdot 14 + 12{,}2 + 4{,}8 + 15 + 7{,}5 + 7{,}5} = 20 \quad м$$

Для цеху**:**

$$X_0 = \frac{38{,}7 \cdot 43 + 35{,}6 \cdot 20 + 36{,}1 \cdot 30 + 36{,}8 \cdot 10}{38{,}7 + 35{,}6 + 36{,}1 + 36{,}8} = 26 \quad м$$

$$Y_0 = \frac{38{,}7 \cdot 10 + 35{,}6 \cdot 12 + 36{,}1 \cdot 16 + 36{,}8 \cdot 20}{38{,}7 + 35{,}6 + 36{,}1 + 36{,}8} = 15 \quad м$$

Отримані результати розрахунків заносимо в таблицю 3.1

Таблиця 3.1 – Дані розрахунків координат та радіусу ЦЕН токарного цеху

№ СРШ та груп ЕП	P_{pi}, кВт	P_p^0, кВт	$P_{p\Sigma}$, кВт	$Q_{p\Sigma}$ кВАр	S_p, *кВА*	r, м	X, м	Y, м
СРШ – 1	33	22,8	38,7	20,9	44,1	12	43	10
СРШ – 2	29,9		35,6	19,2	40,4	11,5	20	12
СРШ – 3	30,4		36,1	19,5	41,1	11,5	30	16
СРШ – 4	31,1		36,8	19,9	41,8	11,5	10	20
За цех	124,4	22,8	147,2	79,5	167,3	23,5	26	15

Розраховані координати зображені на рисунку 3.1.

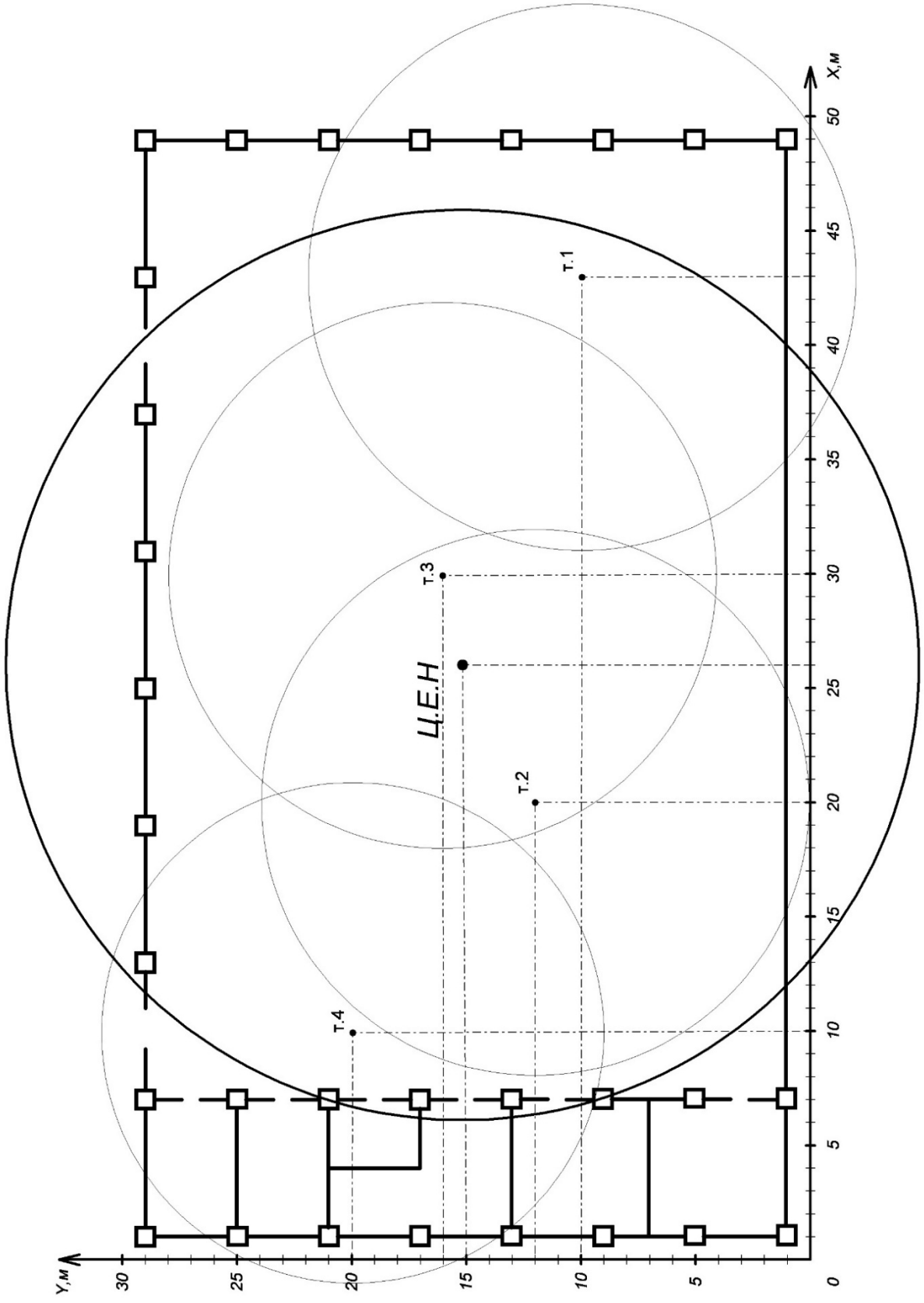


Рисунок 3.1 – Картограма навантаження цеху

Висновки по третьому розділу

В даному розділі кваліфікаційної роботи було проведено розрахунок електричного навантаження токарного цеху машинобудівельного заводу. За результатом розрахунку побудовано картограму навантаження та обрано найвигідніші місця встановлення СРШ.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналіз складу електрообладнання токарного цеху машинобудівельного заводу.

Виходячи з другої категорії надійность електропостачання визначено, що живлення споживачів цеху буде здійснюватися від двохтрансформаторної підстанції, яка отримує живлення від двох незалежних кабельних ліній 10 кВ.

В ході проведення розрахунків електричних навантажень цеху встановлено, що загальна величина електричного навантаження токарного цеху з урахуванням втрат в трансформаторах. За результатами розрахунків було побудовано картограму навантаження цеху та обрано найбільш оптимальні місця для встановлення ЦТП та СРШ, що дозволяють забезпечити необхідну надійність електроживлення і безперебійної роботи цеху.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Улаштування електроустановок./ Наказ Міненерговугілля України від 21.07.2017 № 476

2. Ю.Ф. Романюк. Електричні мережі та системи. Навчальний підручник. – Київ: “Знання”, 2007. – 292 с.

3. Лисяк В.Г. Оптимальні режими вузлів навантаження електропостачальних систем. Навчальний посібник,–Львів: “ННІ” 2007. – 251 с.

4. П.М. Монтік Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник – Львів: “Новий Світ”, 2011. – 487 с.

5. Електричні мережі та системи.: Навч. посібник для студ. електроенерг. спец. / М. С. Сегеда; Державний ун-т "Львівська політехніка". - Л.: Каменяр, 1999. - 296 с. - Бібліогр.: с.292-296. - ISBN 5-7745-0766-1

6. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни "Проектування електричних систем": для студ. спец. 7.090602 "Електричні системи і мережі" / Вінницький держ. технічний ун-т; уклад. Ж. І. Остапчук. - Вінниця: [б.в.], 1998. - 46 с.

7. Автоматика електроенергетичних систем. Практикум з дисципліни "Релейний захист та системна автоматика": Навч. посіб. для студ. спец. "Електричні мережі та системи"/О. Є. Рубаненко; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 1999. - 63 с.

8. Релейний захист та автоматика в електроенергетиці: Навч. посіб. для студ. спец. "Электрична частина електричних станцій", "Електричні мережі та системи", "Електротехнічні системи та системи електроспоживання" / В. М. Кутін [та ін]; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2001. - 104 с.

9. Методичні вказівки до вибору схем розподільних пристроїв підстанцій напругою 35-750 кВ з курсу "Електричні системи та мережі" для студентів спеціальності "Електричні системи та мережі"/ Національний технічний ун-т "Харківський політехнічний ін-т"; уклад. В. П. Волков. - Х.: НТУ "ХПІ", 2001. - 19 с.

10. Конструкції повітряних ліній електропередачі. Курсове проектування: навч. посібник для студ. спец. 7.090602 "Електричні системи і мережі" / М. О. Головатюк; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2001. - 107 с.: рис. - Бібліогр.: с. 106-107

11. Експлуатація повітряних ліній електропередачі: навч. посіб. для студ. спец. 7.090602 "Електричні системи і мережі" / М. О. Головатюк; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2001. - 129 с.: рис. - Бібліогр.: с. 129

12. Електромонтажні роботи. Електричні мережі до 1000 В: Навч. посібник для студ. електротехн. спец. з дисципліни "Робоча професія" / О. Д. Демов [і др.]; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2002. - 55 с.

13. Електричні системи та мережі [Текст]: методичні вказівки до виконання курсового проекту для студ. спец. 7.090603 "Електротехнічні системи електроспоживання" денної та заоч. форм навчання / Національний ун-т харчових технологій; уклад. С. Є. Вакуленко. - К.: НУХТ, 2002. - 51 с.: рис. - Бібліогр.: с. 51-52

14. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні: навч. посібник для студ. спец. 7.090601 - "Електричні станції, 7.090602 - "Елетричні системи і мережі" / Ю. В. Лук'яненко [та др.]; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2002. - 111 с.: рис. - Бібліогр.: с.111.

15. Денисюк А.Ю., Хливнюк М.Г., Шестак І.М. Комп‘ютерна електроніка: Навч. Посіб. - Житомир: ЖВІ, 2017. - с. 33-44.

16. Електричні мережі систем електропостачання [Текст] : навч. посібник для студ. вищих навч. закл. / Г. Г. Півняк [та ін.]; ред. Г. Г. Півняк; Національний гірничий ун-т. - Д.: НГУ, 2003. - 316 с.: рис. - Бібліогр.: с. 311. - ISBN 966-8271-45-9