

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія
Кондратюка»
(повне найменування закладу вищої освіти)
Навчально-науковий інститут інформаційних технологій і робототехніки
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))
Кафедра автоматики, електроніки та телекомунікацій
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

бакалавр
(ступінь вищої освіти)

на тему «Реконструкція зовнішніх мереж живлення з встановленням АВР
студмістечка Національного університету "Полтавська політехніка імені Юрія
Кондратюка"»

Виконав: студент 4 курсу, групи 401-МЕ
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності

Обілець М.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник: Трет'як А.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент: Захарченко Р.В.
(прізвище та ініціали)

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Інститут Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та
робототехніки
Кафедра Автоматики, електроніки та телекомунікацій
Ступінь вищої освіти Бакалавр
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри автоматки,
електроніки та телекомунікацій**

О.В. Шефер
«01» квітня 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРУ СТУДЕНТУ

Обілець Максим Володимирович

1. Тема роботи «Реконструкція зовнішніх мереж живлення з встановленням АВР студмістечка Національного університету "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

керівник роботи Трет'як Андрій Валерійович, к.т.н., доц.
затверджена наказом вищого навчального закладу від . .2023 року №

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 14.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) план студмістечка, з розташуванням споживачів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Загальні відомості про об'єкт будівництва, та визначення об'ємів робіт. Розробка структурної та однолінійної схем електропостачання студмістечка. Підбір електрообладнання та матеріалів на основі прийнятих технологічних рішень. Розрахунок електричних навантажень будівель. Проектування ввідно-розподільчих пристроїв гуртожитків, з встановленням систем АВР. Огляд заходів безпеки під час ведення будівельних робіт. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових плакатів):

- 1) характеристика об'єкту, план прокладених (існуючих) кабелів;
- 2) модернізована схема живлення студмістечка;
- 3) запропонована схема підключення АВР;
- 4) запропонована схема ВРП;
- 5) розрахунок системи заземлення;
- 6) висновки.

6. Дата видачі завдання 01.04.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів роботи			Примітка (плакати)
1	Збір загальних відомостей про об'єкт будівництва, та визначення об'ємів робіт	26.04.23	I	20%	Пл. 1
2	Розроблення структурної схеми електропостачання студмістечка	10.05.23		40%	Пл. 2
3	Розрахунок електричних навантажень студмістечка, Розробка однолінійної схеми електропостачання студмістечка	24.05.23	II	60%	Пл. 3
4	Розроблення системи АВР.	07.06.23		80 %	Пл. 4
5	Розроблення схеми альтернативного живлення студмістечка. Проектування вводно-розподільчого пристрою гуртожитків. Висновки. Оформлення кваліфікаційної роботи бакалавра	14.06.23	III	100%	Пл. 5, 6, 7

Студент _____ **Обілець М.В.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **Трет'як А.В.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра «Реконструкція зовнішніх мереж живлення з встановленням АВР студмістечка Національного університету "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Робота містить 68 сторінок, 17 ілюстрацій, 10 використаних джерел.

Ключові слова: АВР, кабель, електроплити, студмістечко, підстанції.

Предметом дослідження кваліфікаційної роботи є система електропостачання студмістечка Національного університету "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка". Об'єктом дослідження є процес розроблення системи модернізації зовнішніх кабельних ліній та інтегрування АВР в гуртожитках.

Розроблена система зовнішніх кабельних ліній та інтегрування АВР в гуртожитках дозволяє не тільки зменшити навантаження на певні вузли, а й встановити електроплити взамін газовим плитам, що позитивно впливає на безпеку мешканців

Використання в модернізованій схемі живлення АВР дозволяє майже миттєво перемикатися на резервну лінію живлення, що позитивно впливає на різні прилади та системи, які розташовані в гуртожитках.

Робота має практичну цінність і її результати можуть бути рекомендовані до впровадження.

ABSTRACT

The work consists of 68 pages, 17 illustrations, and references to 10 sources.

Keywords: ATS, cable, electric stoves, student campus, substations.

The subject of the research in this qualifying work is the student campus of the Yuri Kondratyuk Poltava National Technical University. The object of the research is the development of a system for the modernization of external cable lines and the integration of ATS in dormitories.

The developed system for the modernization of external cable lines and the integration of ATS in dormitories not only reduces the load on specific nodes but also allows for the installation of electric stoves instead of gas stoves, which positively affects the safety of the residents.

The use of ATS in the modernized power supply scheme enables almost instantaneous switching to the backup power line, which has a positive impact on various devices and systems located in the dormitories.

The work has practical value, and its results, after further refinement, can be considered for implementation in this facility.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 <u>Загальні відомості про об'єкт будівництва, та визначення об'ємів робіт та розробка структурної та однолінійної схем електропостачання студмістечка.....</u>	
1.1 Структура електричних мереж.....	10
1.2 Розподіл електроенергії між споживачами.....	11
1.3 Електромережі житлових будівель (гуртожитків)	12
1.4 Інформація про об'єкт.....	13
1.5 Причини вибору електроплит в заміні газівим плитам.....	15
1.6 Структурна схема електропостачання.....	17
1.7 Однолінійна схема електропостачання.....	19
1.8 Правила прокладки кабелів в землі (траншеях).....	20
РОЗДІЛ 2 <u>Підбір електрообладнання та матеріалів на основі прийнятих технологічних рішень та розрахунок електричних навантажень будівель.....</u>	
2.1 Що необхідно знати для правильного підбору обладнання.....	23
2.2 Розрахунок проєктної потужності гуртожитків.....	24
2.3 Історія та вибір електроплит.....	26
2.4 Роль електроплит у сучасному світі.....	27
2.5 Розрахунок системи заземлення.....	29
2.6 Розрахунок навантаження системи електроплитами.....	36
2.7 Розрахунок запасу потужності.....	37
2.8 Вибір кабельних ліній.....	40

2.9 Відомості про АВР.....	42
РОЗДІЛ 3 <u>Проектування ввідно-розподільчих пристроїв</u> <u>гуртожитків, з встановленням систем АВР</u>	44
3.1 Історія систем АВР.....	44
3.2 Схема підключення АВР.....	45
РОЗДІЛ 4 <u>Огляд заходів безпеки під час ведення будівельних</u> <u>робіт</u>	51
4.1 Небезпека електричного струму.....	51
4.2 Правила користуванням електроінструментом.....	52
4.3 Вимоги безпеки перед початком роботи.....	54
ВИСНОВКИ	56
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	56
ДОДАТКИ	57

Вступ

Електромережі (або електричні мережі) - це системи, створені для передачі електроенергії від виробників до кінцевих споживачів. Електромережі складаються з комплексу обладнання, передачних ліній, підстанцій, трансформаторів і розподільних ліній, які сполучають електростанції з житловими будинками, промисловими підприємствами, комерційними спорудами тощо.

Основною функцією електромереж є перенесення електричної енергії від джерела виробництва (наприклад, електростанції) до кінцевих споживачів (побутові, промислові споживачі). Електрична енергія передається по високовольтним та середньовольтним лініям, а потім знижується до низьковольтного рівня для подальшого використання споживачами.

Електромережі також мають системи керування, які дозволяють моніторити, керувати та регулювати потік електроенергії. Це включає в себе захист від перевантаження, забезпечення стабільності напруги та координацію роботи різних компонентів системи.

Електромережі можуть бути розподільними або передавати електроенергію на великі відстані. Вони є невід'ємною частиною нашого сучасного життя і дозволяють забезпечувати електричну енергію для освітлення, опалення, роботи промисловості та багатьох інших сфер.

Кінцеві споживачі в електромережах - це ті особи, підприємства або організації, які використовують електричну енергію для своїх потреб. Вони є останнім ланцюжком у передачі електроенергії і є кінцевими отримувачами електричного струму.

Вони можуть бути різних типів і розподіляються у трьох основних сферах:

1. Побутові споживачі: Це житлові будинки, квартири, приватні домогосподарства. Побутові споживачі використовують електроенергію для освітлення, опалення, приготування їжі, роботи побутової техніки (такої як

холодильники, пральні машини, телевізори тощо) та заряджання електронних пристроїв.

2. Промислові споживачі: Це підприємства та виробничі об'єкти, які використовують електроенергію для роботи машин, обладнання, освітлення та інших процесів виробництва. Промислові споживачі можуть мати великі потреби в електроенергії і часто мають спеціальні підстанції для постачання великих обсягів струму.

3. Комерційні споживачі: Це офісні приміщення, торгові центри, готелі, ресторани та інші комерційні підприємства. Вони використовують електричну енергію для освітлення, підтримки операцій, роботи електронної техніки, систем опалення та кондиціонування повітря.

Кінцеві споживачі можуть мати різні потреби в електроенергії та споживати різні кількості струму.

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ БУДІВНИЦТВА ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМІВ РОБІТ ТА РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ОДНОЛІНІЙНОЇ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СТУДМІСТЕЧКА

1.1 Структура електричних мереж

Електричні мережі мають складну структуру, яка включає різні рівні та компоненти. Основні компоненти структури електричної мережі включають наступне:

1. Електростанції: Це джерела виробництва електроенергії. Електростанції можуть бути термічними (на базі вугілля, нафти або газу), ядерними, гідроелектричними, вітровими, сонячними та іншими типами. Вони генерують електричний струм для подальшої передачі.

2. Передачні лінії: Це високовольтні лінії, які переносять електроенергію від електростанцій до підстанцій. Вони зазвичай працюють на дуже високих напругах (наприклад, 110 кВ, 220 кВ, 400 кВ) для зменшення втрат енергії під час передачі на великі відстані.

3. Підстанції: Це вузли в електричній мережі, де електричний струм перетворюється на інші рівні напруги для подальшого розподілу. Підстанції можуть бути підстанціями передачі, які приймають електроенергію з передачних ліній, або підстанціями розподілу, які постачають електроенергію до розподільних ліній та підключають кінцевих споживачів.

4. Розподільні лінії: Це низьковольтні лінії, які розподіляють електроенергію від підстанцій до кінцевих споживачів. Розподільні лінії можуть бути повітряними (на стовпах) або закладеними під землю.

5. Трансформатори: Вони використовуються для зміни рівня напруги з високого на низький (наприклад, 110кВ в 10кВ і навпаки).

6. Розподільні пункти: Це місця, де розподільні лінії розділяються на кілька гілок, щоб постачати електроенергію різним зонам або сегментам споживачів.

7. Кабелі та проводи: Вони використовуються для передачі електричного струму по всій мережі. Кабелі можуть бути підземними або морськими, так і повітряними лініями.

8. Вимірювальні пристрої: Вони встановлюються для вимірювання параметрів електроенергії, таких як споживана потужність, напруга, струм тощо. Ці дані використовуються для обліку, фактурування та управління енергосистемою.

9. Захисне обладнання: Це пристрої, такі як автоматичні вимикачі, запобіжники, реле, які забезпечують захист електричної мережі від перевантажень, короткого замикання та інших несправностей.

10. Керування та моніторинг: Системи керування та моніторингу використовуються для нагляду, керування та оптимізації роботи електричної мережі. Вони дозволяють контролювати потік енергії, виявляти несправності, забезпечувати стабільність системи та виконувати дистанційне керування.

1.2 Розподіл електроенергії між споживачами

Розподіл електроенергії між споживачами зазвичай здійснюється на рівні розподільчих пунктів в електричній мережі. Загальна потужність, що надходить до розподільчого пункту, розподіляється між кількома гілками (лініями живлення), кожна з яких може постачати електроенергію різним групам споживачів.

У розподільному пункті встановлюються спеціальні пристрої - трансформатори потужності, які забезпечують зниження напруги електричного струму, що дозволяє безпечно подавати електричну енергію до будівель та інших споживачів.

Крім того, зазвичай встановлюються різні пристрої контролю та керування електромережею, що дозволяють підтримувати стабільність мережі та оптимізувати споживання енергії. Наприклад, у розподільних пунктах можуть бути

встановлені системи автоматичного керування потоком електроенергії, які дозволяють регулювати напругу та потужність у різних частинах мережі.

Крім того, існують різні способи оптимізації споживання енергії, такі як встановлення «розумних лічильників», які дозволяють збирати дані про споживання енергії в режимі реального часу та передавати їх до електромережі для подальшої оптимізації споживання.

1.3 Електромережі житлових будівель (гуртожитків)

Електромережа гуртожитку є частиною загальної електричної мережі, проте має свої особливості, пов'язані зі специфікою споживання електроенергії.

Залежно від розміру та кількості мешканців, електромережа гуртожитку може мати різну структуру. Зазвичай вона складається з наступних складових частин:

1. Трансформаторна підстанція. Це місце, де електрична енергія з магістральної електромережі передається до внутрішньої мережі гуртожитку. Трансформаторна підстанція може бути встановлена на території гуртожитку або за його межами.

2. Розподільний пункт. Це місце, де електроенергія з трансформаторної підстанції подається до розподільних ліній, які забезпечують подачу електроенергії до кожного поверху гуртожитку.

3. Розподільні лінії. Це лінії електромережі, які подають електроенергію до кожного поверху гуртожитку. Розподільні лінії зазвичай прокладаються по коридорах та підвалах гуртожитку.

4. Лінії живлення кожної кімнати. Це лінії електромережі, які забезпечують подачу електроенергії до кожної кімнати в гуртожитку. Ці лінії можуть бути приховані в стінах, підлозі або стелі.

У гуртожитках зазвичай не встановлюються окремі лічильники електроенергії для кожної кімнати, що не дозволяє точно вимірювати споживання

енергії кожним мешканцем окремо. Крім того, в гуртожитках не використовуються спеціальні системи обліку та контролю споживання енергії, що не дозволяє оптимізувати споживання електроенергії та знизити витрати на комунальні послуги.

Важливо пам'ятати, що електромережа гуртожитку, так само як будь-яка інша електрична мережа, потребує регулярного технічного обслуговування та періодичної перевірки стану електрообладнання. Також варто дотримуватись правил безпеки при користуванні електроприладами, щоб уникнути небезпеки ураження електричним струмом.

1.4 Інформація про об'єкт

Проект студмістечка приведений на рисунку 1.1

Червоними лініями показано прокладені кабелі.

Живлення здійснюється через 2 підстанції, щоб розділити навантаження. Гуртожитки №2 та №4 підключені до підстанції ТП-315. Гуртожитки №1 та №3 до ТП-129. У зв'язку з модернізацією гуртожитків, а саме заміною газових плит на електро (виходячи з вимог безпеки) а також з подіями в Україні у 2022-2023р. виникла необхідність зміни плану живлення гуртожитків.

Ця схема підключення до електромережі міста була реалізована ще при будівництві об'єктів, але наразі вважається недостатньою для встановлення електроплит в заміні газових.

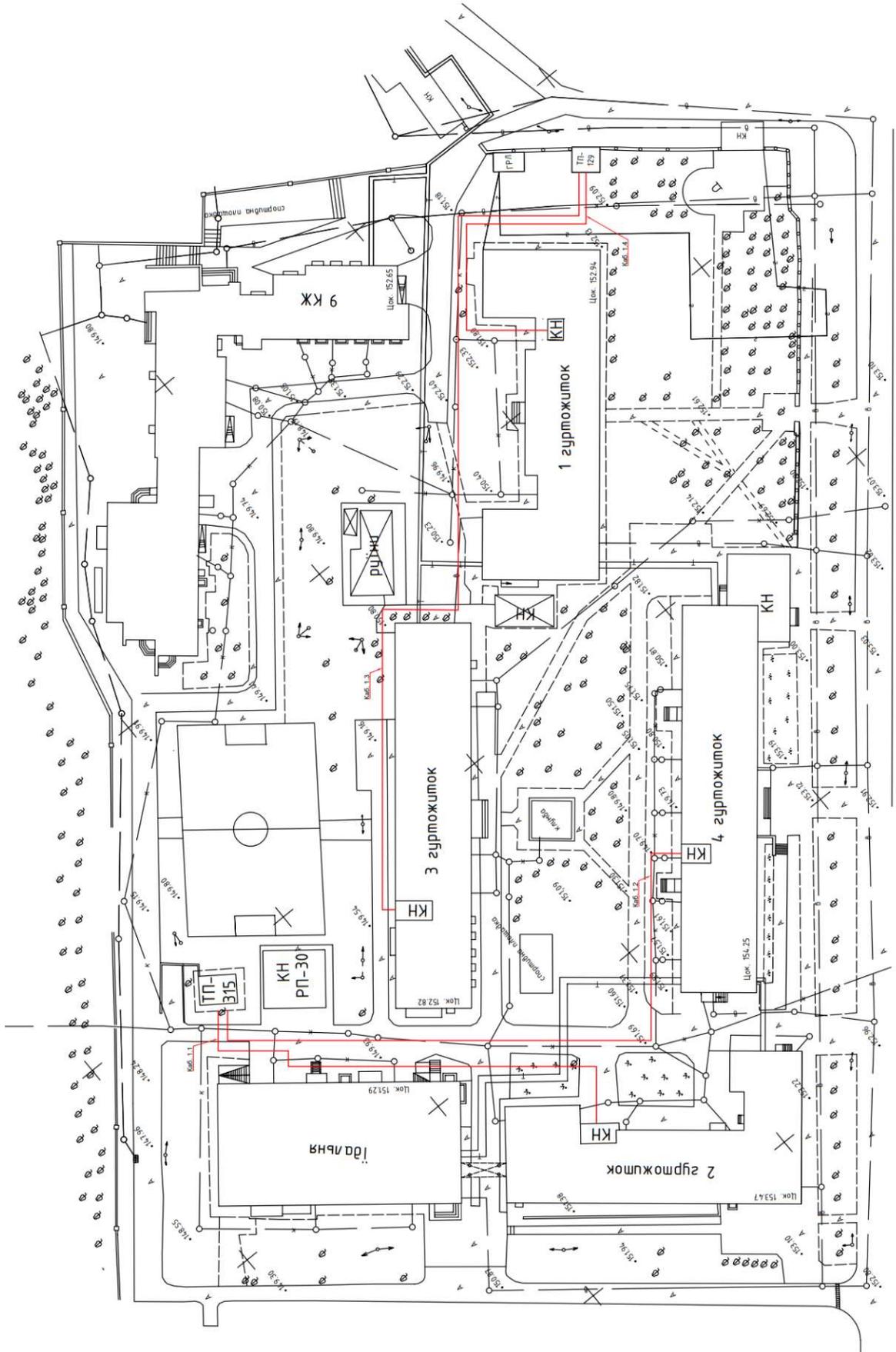


Рисунок 1.1 — Проект прокладеного (існуючого) кабелю

1.5 Причини вибору електроплит в заміні газовим плитам

1. **Безпека:** Однією з основних переваг електроплит є відсутність ризику виходу газу та можливості вибухів. Газові плити вимагають наявності правильної системи газопостачання та газових регуляторів, а також добре функціонуючої вентиляції для видалення продуктів згоряння. Якщо ці системи не належним чином утримуються або використовуються некоректно, можуть виникнути серйозні проблеми безпеки. Електроплити, у свою чергу, не мають цього ризику, оскільки працюють за допомогою електричної енергії.

2. **Інфраструктура:** Встановлення та підтримка інфраструктури газопостачання є складним завданням, особливо для гуртожитків, розташованих в старих будівлях. Це включає в себе проведення газових мереж, наявність газових балонів або централізованої системи газопостачання та належну вентиляцію. У разі електроплит потрібно забезпечити лише належне електроживлення.

3. **Простота використання:** Електроплити зазвичай мають просту систему керування, що робить їх легкими у використанні. Вони часто мають електронні панелі керування з регуляторами потужності та таймерами. Газові плити, натомість, вимагають правильного запалювання газу, регулювання пламені та врахування наявності паливного газу.

4. **Енергоефективність:** У деяких випадках електроплити можуть бути більш енергоефективними в порівнянні з газовими плитами. Нові моделі електроплит можуть мати функції енергозбереження, такі як швидке нагрівання, розподіл тепла по поверхні і автоматичне вимикання після закінчення готування.

Наразі, при відключенні світла немає резервних джерел живлення (хоча б мінімального освітлення). Тому вирішено було побудувати нову систему через АВР.

Автоматичний ввід резерву (АВР) є системою, яка забезпечує автоматичне перемикання живлення від основного джерела електроенергії на резервне джерело в разі відмови основного джерела або коли його параметри виходять за певні межі.

АВР використовується для забезпечення безперебійного живлення важливих пристроїв, систем та обладнання. В основному він використовується в електроенергетичних системах, де необхідне постійне живлення без відмов, наприклад, у виробничих підприємствах, банках, медичних установах, даних центрах тощо.

АВР має два основних режими роботи: автоматичний та ручний. У автоматичному режимі АВР самостійно виявляє відмову або неприпустимі параметри основного джерела та автоматично переключає живлення на резервне джерело. У ручному режимі оператор може вручну управляти процесом перемикання живлення.

Автомат ввімкнення резерву (АВР) є скороченою назвою для автоматичного вводу резерву. Ці терміни використовуються взаємозамінно і означають одну і ту ж систему.

Приклад:

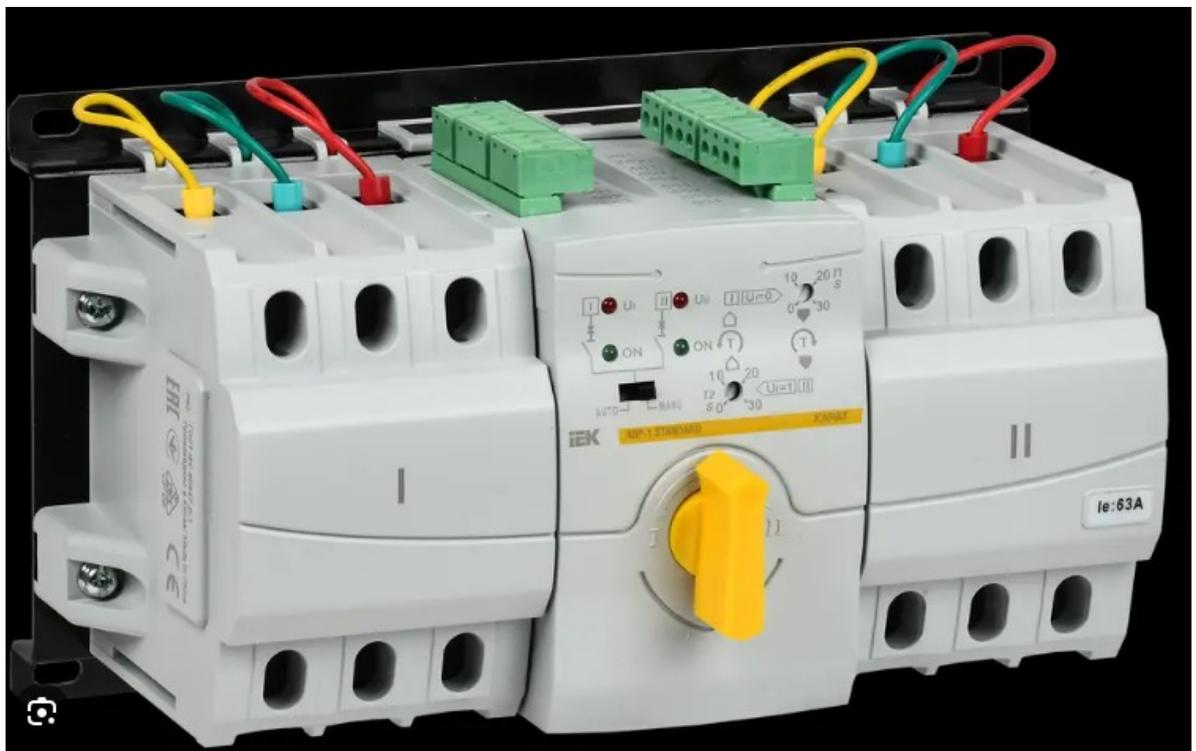


Рисунок — 1.2 Автомат ввімкнення резерву (АВР)

1.6 Структурна схема електропостачання (також відома як схема розподілу електроенергії) - це графічне зображення системи електропостачання, яке показує компоненти, зв'язки та послідовність елементів цієї системи. Вона використовується для ілюстрації функцій, структури та розміщення різних елементів системи електропостачання.

Структурна схема електропостачання включає наступні елементи:

1. Підстанції: Вони є ключовими елементами системи електропостачання і призначені для отримання, перетворення та розподілу електроенергії. Підстанції можуть бути розташовані на різних рівнях напруги і включати трансформатори для підвищення або зниження напруги.

2. Лінії передачі: Це провідники, по яких доставляється електроенергія від підстанцій до споживачів.

3. Трансформатори: Вони використовуються для зміни напруги електроенергії. Трансформатори забезпечують підвищення або зниження напруги передачі для ефективного розподілу електроенергії на різних рівнях напруги.

4. Розподільчі пристрої: Це елементи, які розподіляють електроенергію від ліній передачі до кінцевих споживачів. Це можуть бути розподільчі панелі, розподільчі шафи, автоматичні вимикачі, розетки та інші пристрої.

5. Споживачі: Це кінцеві точки, які використовують електроенергію для своїх потреб. Це можуть бути будинки, офіси, промислові підприємства, громадські будівлі тощо.

Спільно з енергетиком університету ми розробили проєкт електропостачання студмістечка для прокладки нових кабельних ліній, з урахуванням технічного завдання та розташування інших інженерно-технічних комунікацій (газопроводів, інших кабелів, тощо). Вона зображена на рисунку 1.3.

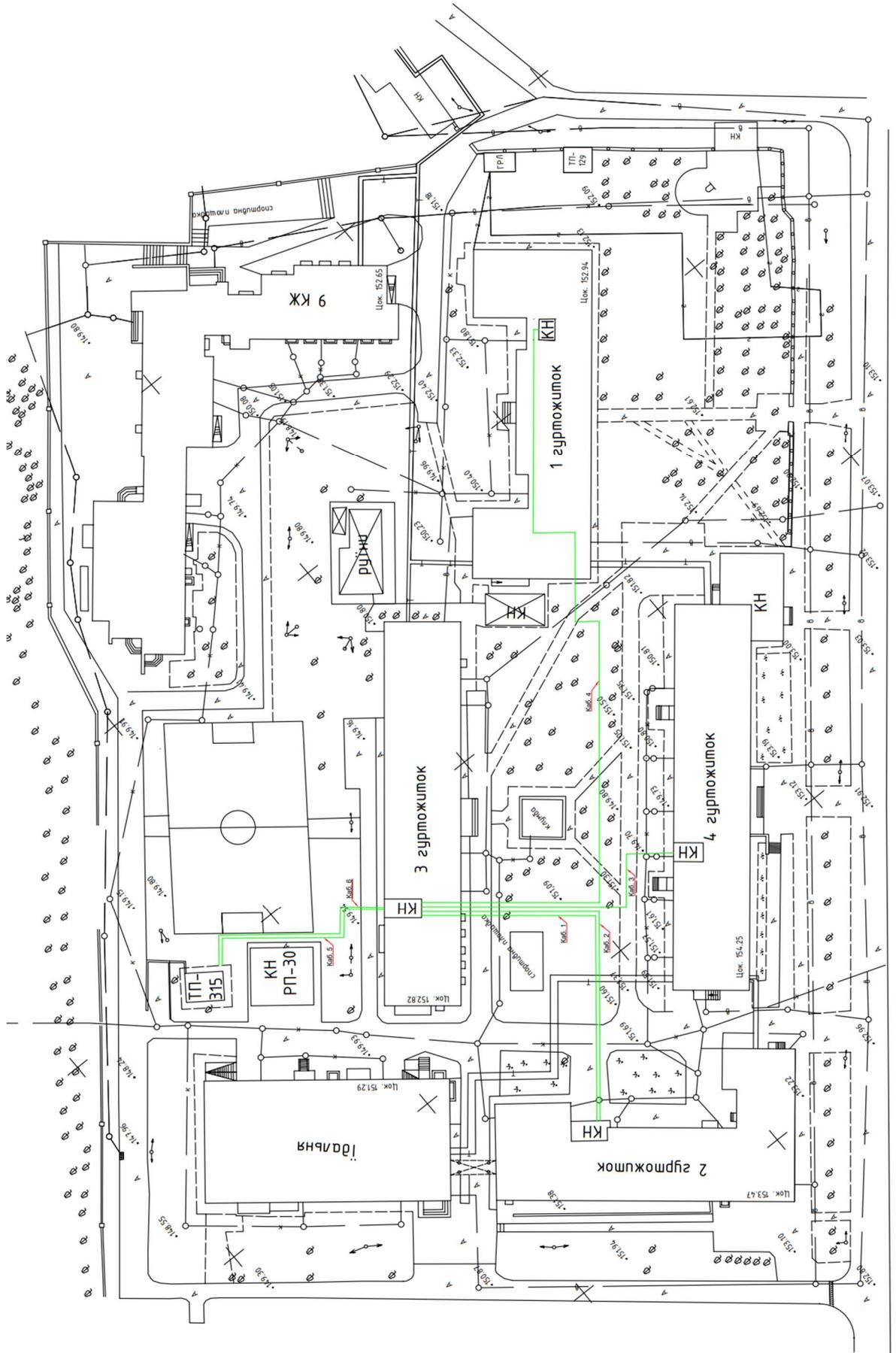


Рисунок — 1.3 Проект модернізації живлення гуртожитків

Проект оновленої схеми електропостачання допомагає зрозуміти, як електроенергія перетікає від джерела до кінцевих споживачів, які компоненти використовуються для її перетворення та розподілу, а також яка є послідовність цих елементів. Вона є важливим інструментом для планування, проектування та управління електропостачанням в будівлях, комплексах або навіть цілих містах.

1.7 Однолінійна схема електропостачання - це спрощена графічна представлення системи електропостачання, яка використовується для показу основних компонентів та послідовності їх з'єднання. Вона надає уявлення про структуру та функціонування системи електропостачання без детального зображення фізичного розташування обладнання.

Однолінійна схема зазвичай використовується в проектуванні, будівництві, експлуатації та обслуговуванні електричних систем. Вона допомагає інженерам, електротехнікам та іншим фахівцям легше розуміти та аналізувати систему електропостачання.

Однолінійна схема містить такі елементи:

1. Вимикачі та вимикачі-роз'єднувачі: Показується розміщення та стан вимикачів, які керують подачею електроенергії до окремих частин системи.
2. Трансформатори: Відображаються трансформатори, використувані для зміни напруги в системі.
3. Генератори: Якщо є внутрішнє джерело електроенергії, наприклад, генератор або сонячні панелі, то це може бути відображено на однолінійній схемі.
4. Лінії передачі: Відображаються лінії передачі електроенергії, які з'єднують різні компоненти системи електропостачання.
5. Напругові та струмові вимірювальні прилади: Відображаються прилади, що вимірюють напругу та струм у різних точках системи.

Однолінійна схема допомагає візуалізувати структуру системи електропостачання, виявляти можливі проблеми та здійснювати проектування або модифікацію системи для оптимального функціонування.

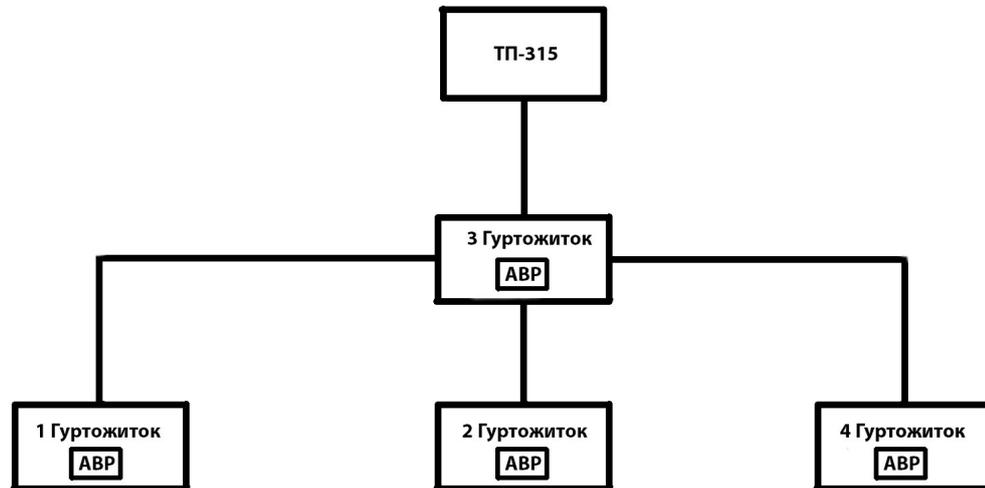


Рисунок 1.4 — Однолінійна схема електропостачання.

Від підстанції ТП-315 потрібно прокласти два кабелі до гуртожитку №3 як це показано на плані. Головна комутація кабелів і розподілення саме в цьому місці. Далі від цього розподільчого пункту два кабелі прокладаються до гуртожитку №2, один кабель до гуртожитку №1 та ще один кабель до гуртожитку №4. Це дозволяє нам скоротити витрати на матеріали та роботу для реалізації цього проекту. В кожному гуртожитку потрібно встановити АВР.

1.8 Правила прокладки кабелів в землі (траншеях)

- Мінімальна глибина закладення кабелю в землю повинна бути 70 см. Однак, якщо довжина підземної лінії менша за 5 метрів і проводка додатково захищена трубою, можна прокласти провідник на глибині 50 см.
- Заборонено проводити лінію під фундаментом будинку. Мінімальна відстань від фундаменту повинна становити 60 см.
- Відстань між двома кабелями в одній траншеї повинна бути не менше 10 см, що визначає ширину технологічної канави.

- Для прокладання електропроводки в траншеї необхідно залишати мінімальний відступ від дерев у 2 метри, а від чагарників - не менше 75 см. За наявності додаткового захисту кабельної лінії трубою, це правило можна ігнорувати.

- Відстань від водопроводу і каналізації повинна бути не менше 1 метра, а від газової труби - не менше 2 метрів.

- Якщо перетин кабельних ліній в траншеї необхідний, то між ними повинен бути шар землі не менше півметра.

- Провідник повинен бути броньованим і спеціально призначеним для прокладання під землею, з метою захисту від гризунів та механічних пошкоджень.

- При з'єднанні електричного кабелю під землею використовуйте спеціальні муфти.

- Для додаткового захисту силової лінії під землею, особливо при сильних просадках ґрунту, можна використовувати асбестоцементну трубу або спеціальну кабельну споруду з цегли. Використання саману категорично заборонено.

- На втрамбованому дні траншеї потрібно зробити піщану подушку шаром в 10 сантиметрів. Це робиться для наступного:

Захист від механічних пошкоджень:

Піщана подушка слугує для захисту кабелю від механічних впливів, таких як тиснення, удари або коливання ґрунту. Вона створює м'яку підкладку, що допомагає знизити ризик пошкодження і зламу провідників.

2. Розподіл навантаження: Піщана подушка розподіляє навантаження на кабель по ширшій площі, що сприяє зменшенню напружень, які діють на нього. Це особливо важливо в разі проходження кабелю під дорожніми або земельними рухомими навантаженнями.

3. Зменшення тертя: Піщана подушка допомагає знизити тертя між кабелем і ґрунтом, що полегшує прокладання кабелю і запобігає його надмірній напрузі та зносу.

4. Захист від вологи: Піщана подушка може слугувати додатковим шаром захисту кабелю від вологи, забезпечуючи бар'єр між кабелем і ґрунтом. Це особливо важливо для кабелів, що не мають вбудованої вологостійкої ізоляції.

Як висновок до першого розділу дипломної роботи можна сказати, що варто дуже ретельно досліджувати об'єкт перед початком робіт, щоб потім не перераховувати, а що може бути гірше, не переробляти виконану роботу.

РОЗДІЛ 2

ПІДБІР ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ПРИЙНЯТИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ТА РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ БУДІВЕЛЬ

2.1 Що необхідно знати для правильного підбору обладнання

Підбір електрообладнання вимагає уважного аналізу вимог і потреб об'єкта. Ось кілька кроків, які можуть допомогти вам правильно підібрати електрообладнання:

1. Оцінка вимог: Визначте потреби вашого об'єкта і складіть список вимог до електрообладнання. Враховуйте такі фактори, як потужність, функціональні можливості, енергоефективність, безпека та інші специфічні вимоги проекту.

2. Дослідження ринку: Проведіть дослідження ринку, щоб ознайомитися з доступним електрообладнанням, його характеристиками, виробниками та моделями. Порівняйте різні варіанти і з'ясуйте, яке обладнання найкраще відповідає вашим потребам.

3. Враховуйте стандарти та норми: Переконайтеся, що ви врахуєте відповідні стандарти та норми, які застосовуються до електрообладнання

4. Уважність до якості та надійності: При підборі електрообладнання звертайте увагу на якість, надійність та репутацію виробника. Важливо, щоб обладнання було відомих брендів і мало добрі відгуки від користувачів. Нажаль деякі виробники відступають від гостів та заявлених характеристик в паспорті виробу.

5. Бюджет: Враховуйте бюджет проекту і збалансуйте його з вартістю обладнання. Поміркуйте про те, яке електрообладнання найкраще відповідає вашим потребам за оптимальну ціну.

6. Забезпечте майбутнє розширення: Поміркуйте про можливість майбутнього розширення вашого об'єкта. Підбираючи електрообладнання,

враховуйте потенційні зміни або розширення, які можуть виникнути в майбутньому.

Правильний підбір електрообладнання є важливим кроком у цьому проекті. Ретельне дослідження та уважне врахування вимог допоможуть вам зробити оптимальний вибір для об'єкта.

2.2 Розрахунок проєктної потужності гуртожитків

Згідно сказаного вище, для того, щоб підібрати обладнання потрібно розрахувати проєктну потужність кожного із гуртожитків студмістечка.

Якщо звернутись до документації можна дізнатися, що в кожному гуртожитку проживає наступна кількість мешканців:

- Перший гуртожиток: 372
- Другий гуртожиток: 434
- Третій гуртожиток: 473
- Четвертий гуртожиток: 550

Для розрахунку споживчої потужності електроенергії на студента, що проживає в гуртожитку потрібно:

1. Визначення типу та кількості електроприладів: Враховується повний список електроприладів, які студент використовує в своєму житловому приміщенні. Це можуть бути речі, такі як комп'ютер, лампа, холодильник, праска, телевізор, тощо. При цьому потрібно враховувати як обов'язкові, так і необов'язкові прилади.

2. Визначення потужності кожного приладу: Для кожного електроприладу береться його потужність, яка вимірюється в ватах (Вт) або кіловатах (кВт). Зазвичай цю інформацію можна знайти на наклейці або в технічних характеристиках пристрою. Якщо потужність вказана в амперах (А) та напрузі (В), використовуємо формулу $P = U \times I$, де P - потужність в ватах, U - напруга в вольтах, I - сила струму в амперах.

3. Розрахунок енергоспоживання кожного приладу: Для кожного електроприладу потрібно перемножити його потужність на час використання. Наприклад, якщо комп'ютер має потужність 200 Вт і використовується 4 години в день, то його енергоспоживання становить $200 \text{ Вт} \times 4 \text{ години} = 800 \text{ Вт-год}$ (або 0,8 кВт-год). Аналогічно розраховується енергоспоживання для кожного іншого приладу згідно з їх потужністю та тривалістю використання.

4. Сумування енергоспоживання всіх приладів: Підсумовуємо енергоспоживання кожного електроприладу, щоб отримати загальне енергоспоживання студента. Додаємо всі значення енергоспоживання ват-год (або кіловат-год), що були розраховані для кожного приладу.

5. Фактор енергоефективності: Якщо бажаємо знизити споживання електроенергії, зверніть увагу на енергоефективність пристроїв. Вони можуть споживати менше електроенергії при тому ж функціоналі або виконанні. Варто розглянути можливість заміни старих приладів на нові, енергоефективніші моделі, які забезпечують більш ефективне використання енергії.

Цей підхід дозволить оцінити приблизне споживання електроенергії студентом. Проте варто враховувати, що це тільки оцінка, а фактичне споживання може варіюватись в залежності від звичок та особистих пристроїв кожного студента.

Згідно норм (0,6 кВт на людину, враховуючи коефіцієнт одночасності), планове споживання гуртожитків розраховується по наступній формулі і становить:

$$P_{\text{гурт}^{\text{№}}} = n \times P_1 \quad (2.1)$$

P_1 – розрахункова потужність на одного студента гуртожитку

n – кількість проживаючих студентів в кожному із гуртожитків

— Перший гуртожиток: $P_{\text{гурт}1} = 223 \text{ кВт}$

— Другий гуртожиток: $P_{\text{гурт}2} = 260,4 \text{ кВт}$

— Третій гуртожиток: $P_{\text{гурт3}} = 283,8$ кВт

— Четвертий гуртожиток: $P_{\text{гурт4}} = 330$ кВт

Для розрахунку існуючого загального навантаження студмістечка використаємо наступну формулу:

$$P_{\text{Заг.}} = P_{\text{гурт1}} + P_{\text{гурт2}} + P_{\text{гурт3}} + P_{\text{гурт4}} \quad (2.12)$$

$$P_{\text{Заг.}} = 1097,2 \text{ кВт}$$

Це розрахунок уже існуючого навантаження (без встановлення електроплит).

2.3 Історія та вибір електроплит

Історія електроплит розпочалась у другій половині 19 століття, коли почали виникати перші спроби створення електричних приладів для приготування їжі. Однак розробка та комерціалізація промислових електроплит зайняла ще десятиліття.

У 1882 році в Німеччині вчений Вільгельм Зігель винайшов першу промислову електричну плиту, яка працювала на принципі нагрівання спіралевидними обігрівачами. Ця електроплита була великою та складною, і використовувалася переважно в комерційних закладах.

У 1893 році в США відбувся Чиказький ярмарок, де американський винахідник Джордж Бріджманс продемонстрував першу прототипову електричну плиту для використання в домашніх умовах. Вона також працювала на принципі нагрівання спіральовими обігрівачами.

У наступні роки електроплити стали все більш популярними. Передовими були зусилля компанії Westinghouse Electric, яка вперше почала масове виробництво домашніх електроплит у 1914 році. Ці електроплити використовували нагрівальні елементи з металевими обігрівачами, але все ще були досить великими та важкими.

У 1920-х роках почали з'являтися більш компактні та зручні електроплити. Винайшли електромагнітні конфорки, які дозволяли ефективніше передавати тепло на посуд. Ця технологія стала популярною та її використовують й до сьогодні.

У наступні десятиліття електроплити пройшли значну еволюцію. З'явилися плити зі вбудованими духовками, плити зі змінними поверхнями нагріву, індукційні плити, які використовують магнітні поля для нагрівання посуду безпосередньо, а не через обігрівачі. Також до електроплит додавалися різноманітні функції та опції, які полегшують приготування їжі.

2.4 Роль електроплит у сучасному світі

Сьогодні електроплити стали невід'ємною частиною кухонного обладнання в багатьох сферах по всьому світу. Вони надійні, зручні та надають широкий спектр можливостей для приготування різноманітних страв.

У сучасному світі електроплити виконують важливу роль в господарстві та повсякденному житті людей. Ось деякі з їх ключових ролей:

1. Приготування їжі: Електроплити є основним засобом для готування їжі в багатьох домогосподарствах. Вони надають зручність та широкий спектр можливостей для приготування різноманітних страв. Електроплити дозволяють регулювати температуру та час готування, що сприяє точному приготуванню різних страв згідно з вимогами рецепту.

2. Енергоефективність: Сучасні електроплити стали більш енергоефективними, що дозволяє зменшити споживання електроенергії та знизити витрати на електроенергію.

3. Безпека: Багато сучасних електроплит мають вбудовані функції безпеки, такі як автоматичне вимикання, захист від перегріву і захист від дитячого доступу. Це допомагає запобігти аваріям та нещасним випадкам, особливо в сім'ях з дітьми.

4. Дизайн і функціональність: Сучасні електроплити пропонують різноманітні дизайни, розміри та функції, що дозволяють вибрати плиту, яка

відповідає потребам та стилю кухні. Існують варіанти з вбудованими духовками, індукційними конфорками та іншими додатковими можливостями, які полегшують процес готування.

5. Чистота та легкість догляду: Електроплити зазвичай мають гладку поверхню, що робить їх легкими у догляді та чищенні. Деякі моделі також мають функцію самоочищення, що спрощує процес очищення після готування.

6. Використання відновлюваних джерел енергії: З популярністю використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі та вітрові турбіни, з'являються електроплити, які працюють на таких джерелах енергії. Це дозволяє зменшити вплив на довкілля та сприяє сталим енергетичним рішенням.

Усі ці фактори підтверджують важливість електроплит у сучасному світі як надійного та зручного засобу для приготування їжі та покращення якості життя.

Так як планується перехід від газових плит на електроплити, варто назвати їхні переваги:

1. Безпека: Електроплити є безпечнішими в експлуатації, особливо для сімей з дітьми. Немає необхідності маніпулювати з вогнем або використовувати газові лінії. Більшість електроплит мають вбудовані функції безпеки, такі як автоматичне вимикання у разі перегріву або неактивності.

2. Ефективність: Електроплити використовують електричну енергію безпосередньо для нагрівання, що робить їх ефективнішими у використанні енергії. Газові плити вимагають спалювання газу, що може супроводжуватися втратами енергії.

3. Рівномірне нагрівання: Електроплити забезпечують рівномірне розподілення тепла по всій поверхні, що дозволяє однаково якісно готувати їжу на всіх конфорках. У газових плитах можуть виникати "гарячі точки" або нерівномірне розподілення тепла.

4. Легкість у догляді: Електроплити мають гладку поверхню, що робить їх легкими у чищенні. Немає необхідності очищати горілки або газові лінії.

5. Універсальність: Електроплити можуть бути встановлені практично в будь-якому приміщенні, оскільки вони не вимагають доступу до газової лінії. Це особливо важливо для квартир або будинків, де газова інфраструктура обмежена або недоступна.

6. Точне керування температурою: Електроплити зазвичай мають точне регулювання температури, що дозволяє точно контролювати процес готування. Вони можуть мати попередньо задані налаштування або цифрові дисплеї, що полегшує установку потрібних параметрів.

Хоча газові плити також мають свої переваги, електроплити стають все більш популярними завдяки своїм безпековим характеристикам, ефективності та зручності у використанні.

2.5 Розрахунок системи заземлення

Живлення електричних пристроїв усередині приміщення здійснюється від трьохфазної мережі напругою 220 В і частотою 50 Гц з використанням автоматів струмової захисту.

Основним заходом захисту від ураження електричним струмом у мережах напругою до 1000 В є заземлення.

Заземлення служить для захисту від ураження електричним струмом при пошкодженні ізоляції проводів електричної установки.

Заземленням називається навмисне з'єднання металевих непровідних частин, які можуть випадково опинитись під напругою, з багаторазово заземленим нульовим проводом. Заземлення застосовується у чотирьохпровідних мережах напругою до 1000 В з заземленою нейтраллю.

Метою заземлення є швидке відключення електричної установки від мережі при замиканні однієї (або двох) фаз на корпус, забезпечення безпеки дотику людини до заземленого корпусу в аварійний період.

До частин, які підлягають заземленню, відносяться корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів, вимикачів світильників та інших; приводи електричних апаратів: вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів, металеві конструкції розподільних пристроїв, металеві оболонки і броня контрольних і потужнісних кабелів, контрольні та налагоджувальні стенди, корпуси рухомих та переносних електроприймачів, а також електрообладнання, розташоване на рухомих частинах станків, машин і механізмів.

У електричних установках до 1 кВ з глухо заземленою нейтраллю з метою забезпечення автоматичного відключення аварійного ділянки провідність фазових і нульових захисних провідників повинна бути вибрана такою, щоб при замиканні на корпус або на нульовий захисний провідник виникало струм короткого замикання, перевищуючий не менше ніж у три рази номінальний струм плавкого елемента найближчого запобіжника, а для автоматичного вимикача з номінальним струмом понад 100А - не менше 1,25.

Принципова схема заземлення наведена на рисунку 2.24. З рисунку видно, що струм короткого замикання $I_{kз}$ у фазовому проводі залежить від фазової напруги мережі U_f та загального опору кола, що складається з повного опору обмотки трансформатора $Z_{т/3}$, фазового проводу Z_f , нульового захисного проводу Z_n , зовнішнього індуктивного опору петлі фазовий провідник - нульовий захисний провідник (петля фаза - нуль) X_p , активного опору заземлення нейтралі трансформатора R_0 .

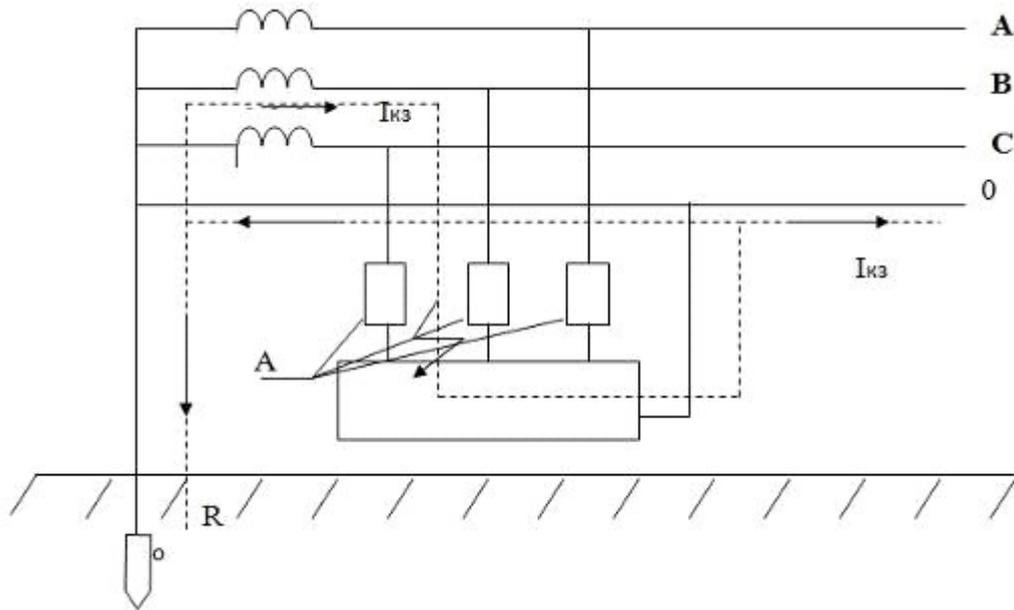


Рисунок 2.1 — Принципова схема мережі змінного струму з заземленням

А - апарат захисту (плавка вставка або автоматичний вимикач); о - заземлення нейтралі.

Оскільки R_0 , як правило, велике порівняно з іншими елементами кола, паралельна гілка, утворена ним, створює незначне збільшення струму короткого замикання, що дозволяє знехтувати ним. Водночас таке припущення посилює вимоги до заземлення та значно спрощує розрахункову схему.

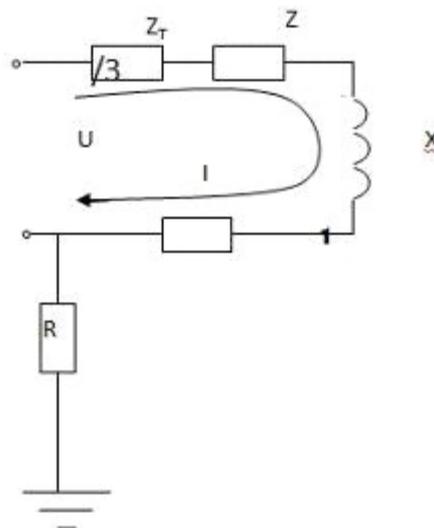


Рисунок 2.2 — Спрощена схема системи заземлення.

У цьому випадку вираз короткого замикання $I_{кз}$ (А) у комплексній формі буде:

$$I_{кз} = U_{\phi} / (Z_T / 3 + Z_{\phi} + Z_N + jX_N), \quad (2.13)$$

де U_{ϕ} - фазове напруга мережі, В; Z_T - комплексний загальний опір обмоток трифазного джерела струму (трансформатора), Ом; $Z_{\phi} = R_{\phi} + jX_{\phi}$ - комплексний загальний опір фазного проводу, Ом; $Z_N = R_N + jX_N$ - комплексний загальний опір нульового захисного проводу, Ом; R_{ϕ} і R_N - активні опори фазного і нульового захисних проводів, Ом; X_{ϕ} і X_N - внутрішні індуктивні опори фазного і нульового захисних проводів, Ом;

X_{π} - зовнішній індуктивний опір контура (петлі) фазний провідник - нульовий захисний провідник (петля фаза - нуль), Ом; $Z_{\pi} = Z_{\phi} + Z_N + jX_{\pi}$ - комплексний загальний опір петлі фаза - нуль, Ом.

З урахуванням останнього:

$$I_{кз} = U_{\phi} / (Z_{\pi} / 3 + Z_N) \quad (2.14)$$

При розрахунку заземлення прийнято застосовувати припущення, згідно якого для обчислення дійсного значення (модуля) струму короткого замикання $I_{кз}$ модулі опору обмотки трансформатора та петлі фаза - нуль $Z_T / 3$ і Z_{π} складаються арифметично. Це припущення також посилює вимоги до безпеки і тому вважається припустимим, хоча воно вводить певну неточність (5%).

Повний опір петлі фаза - нуль у дійсній формі визначається за виразом:

$$Z_n = \sqrt{ (R_{\phi} + R_N)^2 + (X_{\phi} + X_N + X_{\pi})^2 }, \text{ Ом} \quad (2.15)$$

Для струму короткого замикання, визначеного вимогами до заземлення, маємо:

$$K \cdot I_n \leq U_{\phi} / (Z_T/3 + \sqrt{(R_{\phi} + R_N)^2 + (X_{\phi} + X_N + X_{\pi})^2}) \quad (2.16)$$

де I_n - номінальний струм апарату захисту, яким захищений електроприймач.

Значення коефіцієнта K приймається рівним $K = 3$ у випадку, якщо електроустановка захищається плавкими вставками та автоматичними вимикачами, що мають зворотно-залежну характеристику від струму. У випадку, коли електроустановка захищається автоматичним вимикачем, що має лише електромагнітний відключувач (відмикання), для автоматів з I_n до 100 А, $K = 1,4$, а для автоматів з $I_n > 100$ А, $K = 1,25$.

Значення загального опору нафтового трансформатора в значній мірі визначається його потужністю, напругою первинної обмотки та конструкцією трансформатора.

Розрахунок занулення для житлового будинку.

Вихідні дані:

Напруга мережі - 0,23 кВ;

Потужність - 8,39 кВА;

Потужність найвіддаленішого електроприймача (електроплита) - $P = 2,4$ кВт;

Струм навантаження розподільного щита (ЩР) - $I_n = 25,77$ А;

Довжина кабелю до ЩР-2 - $L_1 = 5$ м;

Довжина проводу від ЩР-2 до електроплити - $L_2 = 10$ м.

Схема заміщення наведена на рисунку 2.3.

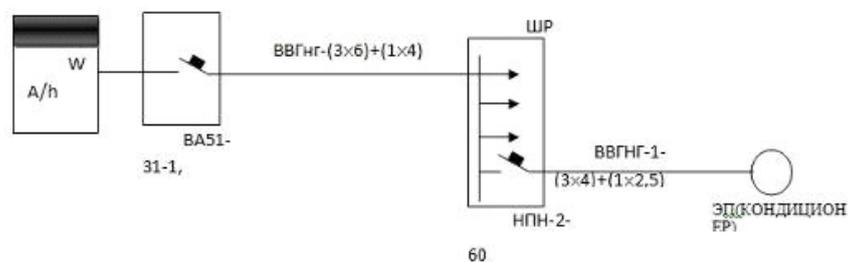


Рисунок 2.3 — Схема заміщення системи електропостачання

Визначення струмів навантаження та вибір апаратів захисту:

Номинальний струм (електроплита):

$$I_H = \frac{P}{U_H \cdot \cos \varphi} = \frac{2,4}{0,23 \cdot 0,9} = 11,59 \text{ А} \quad (2.17)$$

Приймаємо $I_{\text{навт.вickl.}} = 25 \text{ А}$; $I_{\text{нпл.вст}} = 20 \text{ А}$. ($> I_{p\text{TEH}} = 11,59 \text{ А}$)

Визначення повного опору елементів ланцюга:

а) опір трансформатора для групи з'єднання Д/У0 - 11 $Z_T = 0,027 \text{ Ом}$

б) опір кабелю з перетином фазного проводу 10 мм^2 та нульового 8 мм^2 $Z_{\text{пфо}} = 1,8 \text{ Ом/км}$

$$Z_{\text{п}} = Z_{\text{пфо}} \times L_1 = 1,8 \times 0,005 = 0,009 \text{ Ом} \quad (2.18)$$

в) опір проводу з перетином фазного проводу 4 мм^2 та нульового 3 мм^2 $Z_{\text{пфо}} = 2,54 \text{ Ом/км}$

$$Z_{\text{п}} = Z_{\text{пфо}} \times L_2 = 2,54 \times 0,01 = 0,025 \text{ Ом} \quad (2.19)$$

Визначення струму КЗ:

$$I_{\kappa 1} = \frac{220}{\frac{0,027}{3} + 0,009} = 12,221 \text{ кА} \quad (2.20)$$

$$I_{\kappa 2} = \frac{220}{\frac{0,027}{3} + 0,009 + 0,025} = 5,116 \text{ кА} \quad (2.21)$$

Визначення кратності струму:

$$\frac{I_{\kappa 2}}{I_{\text{на}}} = \frac{12221}{50} = 244,42 \quad (2.22)$$

$$\frac{I_{\kappa 3}}{I_{\text{на}}} = \frac{5116}{20} = 255,8 \quad (2.23)$$

умова $I_{\kappa 3} \geq I_H \times K$, де $K_a = 1,25$; $K_{\text{пв}} = 3$, тоді $12,221 \text{ А} > 50 \times 1,25 = 62,5 \text{ А}$ і

$$25 \times 20 = 500 \text{ А}$$

Визначення часу спрацювання апарату захисту: автомата - приймається з довідника. У даному випадку час відключення апарату захисту дорівнює 0,16 секунд.

Потенціал корпусу пошкодженого обладнання:

$U_{k1} = I_{k3} \times Z_{n1} = 12,221 \times 0,014 = 171,094$ В, де Z_{n1} - опір нульового проводу кабелю, $Z_{n1} = R_{n1}$, оскільки величина внутрішнього індуктивного опору X_{n1} алюмінієвого проводу відносно мала (близько 0,0156 Ом/км).

$$R_{n1} = \frac{\rho \times L}{S} = \frac{0,028 \times 5}{10} = 0,014 \text{ Ом}, \quad (2.24)$$

де ρ - специфічний опір алюмінієвого проводу, приймається рівним 0,028 Ом·мм²/м;

S - площа перерізу проводу, мм²;

L - довжина проводу, м.

$$U_{k2} = I_{k3} \times Z_{n2} = 5,116 \times 0,026 = 133,186 \text{ В} \quad (2.25)$$

де, де Z_{n2} - опір нульового проводу, $Z_{n2} = R_{n2}$

$$R_{n2} = \frac{\rho \times L}{S} = \frac{0,0078 \times 10}{2.5} = 0,026 \text{ Ом}, \quad (2.26)$$

де $\rho = 0,0078$ А струм, що протікає через тіло людини, дорівнює:

$$I_{h1} = \frac{U_{k1}}{R_h} = \frac{171,094}{1000} = 171,094 \text{ мА}, \quad (2.27)$$

$$I_{h2} = \frac{U_{k2}}{R_h} = \frac{133,186}{1000} = 133,186 \text{ мА}. \quad (2.28)$$

Такі значення струму є небезпечними для життя. Може виникнути параліч дихання при дії від 3 секунд і довше, тобто час спрацювання автоматичного вимикача є вірним.

2.6 Розрахунок навантаження системи електроплитами

Для реалізації проєкту було вирішено взяти розрахункову потужність плит 2,3 кВт враховуючи коефіцієнт одночасності.

Для здійснення розрахунків вказана наступна кількість електроплит:

- Перший гуртожиток: 16 шт.
- Другий гуртожиток: 16 шт.
- Третій гуртожиток: 20 шт.
- Четвертий гуртожиток: 20 шт.
- Загальна кількість 72 шт.

Для розрахунку навантаження на систему, з кожного гуртожитку, що зросте через встановлення електроплит використаємо наступну формулу:

$$P_{d\#} = n_{\text{плит}} \times P_{\text{плит.}} \quad (2.29)$$

—Перший гуртожиток: $P_{d1} = 36,8$ кВт

—Другий гуртожиток: $P_{d2} = 36,8$ кВт

—Третій гуртожиток: $P_{d3} = 46$ кВт

—Четвертий гуртожиток: $P_{d4} = 46$ кВт

$P_{\text{плит.}}$ – розрахункова потужність електроплит

$n_{\text{плит}}$ – кількість необхідних електроплит для одного гуртожитку

Для розрахунку загального зростання навантаження студмістечка використаємо наступну формулу:

$$P_{\text{Заг.}} = P_{d1} + P_{d2} + P_{d3} + P_{d4} \quad (2.30)$$

$$P_{\text{Заг.}} = 165,6 \text{ кВт}$$

Як бачимо із вище наведених даних переформування електромережі просто необхідне для коректної роботи всієї системи, так як такого запасу потужності наявна схема просто не має.

2.7 Розрахунок запасу потужності

При подальших обчисленнях буде враховано нове навантаження та зроблений проєктний запас по потужності.

Чому це важливо:

Робота з електромережою і створення запасу потужності є важливою для декількох причин:

1. Забезпечення достатньої потужності: Запас потужності дозволяє забезпечити достатню кількість енергії для використання в ситуаціях пікового навантаження. Під час пікових періодів, коли велика кількість споживачів (студентів) одночасно використовує багато енергії (наприклад, влітку через вентилятори та інші прилади), запас потужності забезпечує, що електромережа зможе витримати це навантаження без перебоїв у постачанні енергії.

2. Запобігання перевантаженням та витратам: Якщо електромережа працює на межі своїх можливостей без запасу потужності, існує ризик перевантаження, що може призвести до випадкових відключень або неправильної роботи обладнання. Запас потужності дозволяє розподіляти навантаження рівномірно і уникнути додаткових витрат на модернізацію та розширення електромережі.

Перевантаження електромережі може бути небезпечним і мати наступні наслідки:

Перегрів обладнання: Перевантаження може призвести до перегріву електричного обладнання, такого як проводки, перемикачі, розетки і електроустановки. Перегріте обладнання може спричинити пожежу або пошкодження, що створює ризик безпеки для життя і майна.

Падіння напруги: При великому навантаженні на електромережу може відбутися падіння напруги, що призводить до неправильної роботи електричних приладів. Низька напруга може викликати збої в роботі електроніки, зниження

продуктивності електричних моторів (наприклад холодильників) та працездатності інших електричних пристроїв.

Чим ще може бути небезпечне падіння напруги:

1. Неправильна робота приладів: Багато побутових приладів потребують певного рівня напруги для нормальної роботи. Низька напруга може спричинити неправильну роботу приладів, збої, перерви у роботі або навіть їх вимкнення. Наприклад, комп'ютери, телевізори, холодильники та кондиціонери можуть не працювати на повну потужність або взагалі вимкнутися при низькій напрузі.

2) Пошкодження електричних моторів: Низька напруга може спричинити неправильну роботу електричних моторів, таких як насоси, компресори або вентилятори. Недостатня напруга може призвести до збоїв в роботі мотора, перегріву і зниження ефективності. Це може призвести до пошкодження мотора та необхідності його ремонту або заміни.

3) Збій в роботі електронних пристроїв: Низька напруга може впливати на електронні пристрої, такі як комп'ютери, ноутбуки, смартфони та інша електроніка. Вона може спричинити нестабільну роботу, збої в програмному забезпеченні, втрату даних або навіть пошкодження елементів електронного пристрою.

4) Збій в електричному освітленні: Низька напруга може впливати на якість і яскравість електричного освітлення. Лампочки можуть горіти слабо, змережуватися або миготіти, що призводить до незручностей та незадоволення з боку користувачів.

5) Збій в роботі електричних зарядних пристроїв:

При наявності низької напруги може бути проблематично повністю заряджати акумулятори в електричних пристроях, таких як мобільні телефони, ноутбуки тощо. Низька напруга може уповільнити процес зарядки або навіть унеможливити його.

Ризик електричного удару: Перевантаження може призвести до перегріву і падіння якості ізоляції електрообладнання. Це збільшує ризик ураження електричним струмом при дотику до обладнання або проводів, що може призвести до серйозних травм або навіть смерті.

Втрати продуктивності і економічні збитки: Перебої у електропостачанні або неправильна робота обладнання через перевантаження можуть призвести до втрати даних або збоїв у роботі комп'ютерних систем (що вкрай важливо для студентів, адже у більшості випадків вони на мають безперебійних джерел живлення).

3. Резерв у разі аварій: Запас потужності є важливим для забезпечення надійності системи електропостачання під час аварійних ситуацій

4. Підтримка розвитку: Запас потужності також сприяє розвитку електричних систем і мереж. Це включає можливість підключення нових споживачів, введення нових технологій (наприклад, електрочайників та іншого обладнання для комфортного проживання студентів) та розширення енергетичної інфраструктури.

Отже, створення запасу потужності в електромережі є необхідним для забезпечення стійкості, надійності та ефективності електропостачання. Це допомагає уникнути перебоїв, перевантажень і забезпечити потреби споживачів у енергії в будь-який момент часу.

Для нормальної роботи будемо брати запас по потужності 30%.

Для обчислення запасу потужності буде використовуватись наступна формула:

$$P_{\text{зап}\#} = (P_{d\#} + P_{\text{гурт}\#}) \times 1,3 \quad (2.31)$$

1,3 – коефіцієнт запасу системи

—Перший гуртожиток: $P_{\text{зап1}} = 337,74$ кВт

—Другий гуртожиток: $P_{\text{зап2}} = 386,36$ кВт

—Третій гуртожиток: $P_{\text{зап3}} = 428,74$ кВт

—Четвертий гуртожиток: $P_{\text{зап4}} = 488,8$ кВт

Для розрахунку загального навантаження студмістечка з врахуванням коефіцієнту запасу системи використаємо наступну формулу:

$$P_{\text{Заг.}} = P_{\text{зап1}} + P_{\text{зап2}} + P_{\text{зап3}} + P_{\text{зап4}} \quad (2.32)$$

$$P_{\text{Заг.}} = 1641,64 \text{ кВт}$$

2.8 Вибір кабельних ліній

Згідно схеми розподільчий пункт знаходиться у 3 гуртожитку, тому, щоб розвантажити ввідний кабель, потрібно замість одного кабелю дуже великого перерізу прокласти 2.

Поперечний переріз кабелів цехової гуртожитку обираємо з урахуванням нагріву при тривалому розрахунковому струмі за умовою:

$$I_p \leq I_{\text{(дл.доп.)}},$$

де I_p - розрахунковий струм, А;

$I_{\text{(дл.доп.)}}$ - допустимий тривалий струм для заданого перерізу, А.

$$I_p = \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi} \quad (2.33)$$

де $P_{\text{ном}}$ - номінальна потужність електроприймача, кВт;

$\cos \varphi$ - номінальний коефіцієнт потужності електроприймача.

Оскільки електроплити будуть з'єднані у 10 послідовних групи по 2 паралельно, то потужність для однієї з груп дорівнює:

$$P_{\text{ном}} = n_{\text{эл. группы}} \cdot U_{\text{группы}} \cdot I_{\text{группы}}, \quad (2.34)$$

$$P_{\text{ном 1}} = 2 \cdot 10 \cdot 2,4 = 48 \text{ кВт.}$$

де $n_{\text{(ел. групи)}}$ - кількість елементів групи, шт;

$I_{\text{сб}}$ - струм СБ, А;

$U_{\text{сб}}$ - напруга СБ, В.

Струм для однієї з груп дорівнює:

$$I_{p1} = \frac{48}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8} = 91,16 \text{ А.}$$

Струм семи послідовних груп дорівнює:

$$I_{\text{полн.р}} = I_p = 91,16 \text{ А,}$$

$$73 \leq 91,16.$$

Вибираємо кабель з перерізом 10 мм².

Перевірка кабелів за втратою напруги

Виконаємо перевірку кабелів за втратою напруги. Втрата напруги в кабелях не повинна перевищувати 5% від $U_{\text{ном}}$:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_{\text{ном}} \cdot l \cdot (r_0 \cdot \cos \varphi + x_0 \cdot \sin \varphi), \quad (2.35)$$

де $I_{\text{ном}}$ - номінальний струм електроприймача, А;

l - довжина кабельної лінії, м;

r_0 - погонний активний опір кабеля, Ом/м;

x_0 - погонний реактивний опір кабеля, Ом/м;

$\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності електроприймача.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 91,16 \cdot 300 \cdot (1,84 \cdot 0,8 + 0 \cdot 0,6) = 69,7 \text{ В,}$$

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_{\text{ном}}} \cdot 100\%, \quad (2.36)$$

$$\Delta U\% = \frac{69,7}{380} \cdot 100\% = 18,34\%.$$

Кабель з таким перерізом не проходить перевірку, вибираємо кабель з перерізом 40 мм², його також перевіряємо за втратою напруги.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 41,4 \cdot 300 \cdot (0,46 \cdot 0,8 + 0 \cdot 0,6) = 17,43 \text{ В,}$$

$$\Delta U\% = \frac{17,43}{380} \cdot 100\% = 3,4\%.$$

Кабель з перерізом 40 мм² проходить перевірку.

2.9 Відомості про АВР

Керуючись схемою, нам необхідно зробити систему АВР (автоматичний ввід резерву) в кожному із гуртожитків.

Для його реалізації потрібно:

1. Пристрій АВР
2. Силові кабелі для комутації обладнання.
3. Спеціально підготоване місце для обладнання (з заведеним заземленням та ін.)

Розглянемо пристрій АВР детальніше.

Автоматичний ввід резерву (АВР) є важливим компонентом системи електропостачання і має декілька переваг:

1. Автоматична переключення: АВР дозволяє автоматично переключатися між основним джерелом електропостачання і резервним джерелом (наприклад, дизельним генератором) у разі відмови або перебою в роботі основного джерела. Це забезпечує безперебійне постачання електроенергії без необхідності вручну втручатися при виникненні проблем.

2. Забезпечення надійності: АВР забезпечує надійність постачання електроенергії, оскільки в разі відмови основного джерела резервний джерело автоматично підключається. Це особливо важливо для критичних систем, де навіть невеликий перебіг електропостачання може мати серйозні наслідки, наприклад, в лікарнях, банках або даних центрах.

3. Часова економія: АВР дозволяє уникнути ручного переключення між джерелами електропостачання, що економить час та зусилля персоналу. Замість

того, щоб чекати на втручання людини (що є проблематичним у темну пору доби), система АВР автоматично виявляє проблему та переключається на резервне джерело в максимально короткі терміни.

4. Зменшення впливу перебоїв: АВР допомагає знизити вплив перебоїв електропостачання на ділову діяльність і нормальне функціонування пристроїв. Завдяки швидкому автоматичному переключенню, втрати продуктивності, перерви у роботі обладнання і втрати даних мінімізуються або уникаються.

5. Забезпечення безпеки: АВР забезпечує безпечну роботу системи електропостачання. Воно уникає ситуацій, коли обладнання може постраждати через нестабільну або неякісну електроподачу, що може призвести до пошкодження обладнання, пожежі або навіть загрози життю та здоров'ю людей.

Отже, АВР забезпечує автоматичне, безперебійне та надійне постачання електроенергії у разі відмови основного джерела, що є важливим для багатьох організацій та побутових користувачів.

РОЗДІЛ 3

ПРОЄКТУВАННЯ ВВОДНО-РОЗПОДІЛЬЧИХ ПРИСТРОЇВ ГУРТОЖИТКІВ, З ВСТАНОВЛЕННЯМ СИСТЕМ АВР

3.1 Історія систем АВР

Отже, ми вже розглянули що таке система АВР. Але нічого не з'являється просто так, тому варто зазирнути в історію.

Системи автоматичного вводу резерву (АВР) почали використовуватися з появою джерел резервного живлення, таких як дизельні генератори. Перші АВР-системи були розроблені та використовувалися в середині 20-го століття.

У промислових та комерційних установках, де безперебійне електропостачання є критичним, АВР-системи використовуються вже багато десятиліть. Початково вони були складними механічними системами з реле та перемикачами, які автоматично виконували процес переключення між джерелами живлення при відмові основного джерела.

З розвитком технологій управління і автоматизації систем, АВР-системи стали більш сучасними і компактними. Вони включають електронні керуючі пристрої, програмовані логічні контролери (ПЛК) та інші сучасні компоненти, що забезпечують автоматичне переключення і контроль електропостачання.

Сьогодні АВР-системи широко використовуються у будівлях комерційного призначення, медичних установах, банках, даних центрах, промислових підприємствах, а також в деяких житлових будинках та квартирах. Вони є важливою складовою для забезпечення надійного та безперебійного електропостачання у випадку відмови основного джерела електроенергії.

3.2 Схема підключення АВР

Розглянемо схему підключення системи АВР.

На рисунку 3.1 наведена типова схема розключення пристрою АВР

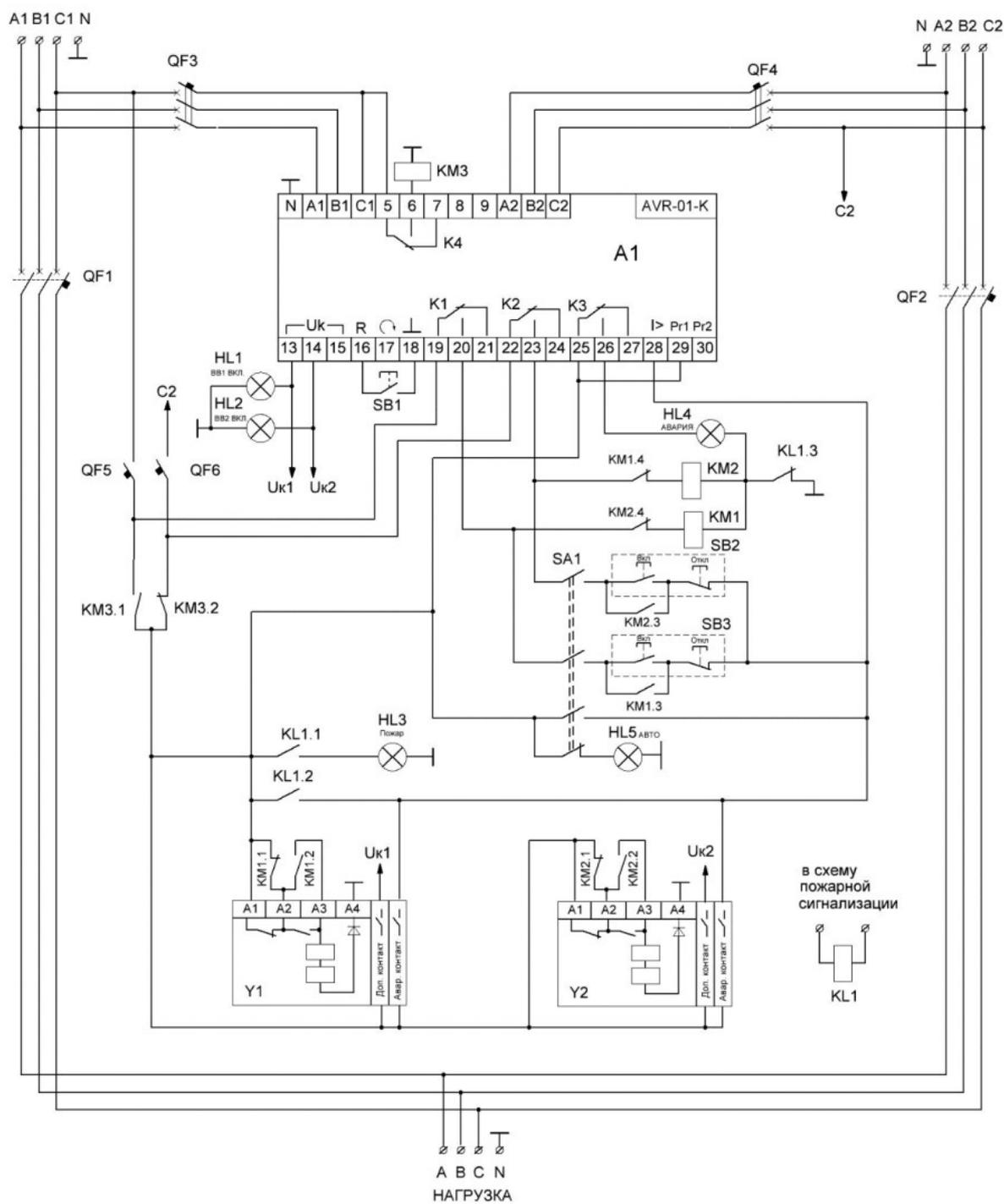


Рисунок 3.1 — Типова схема розключення пристрою АВР

Для гуртожитку №1 використовується схема, зображена на рисунку 3.2

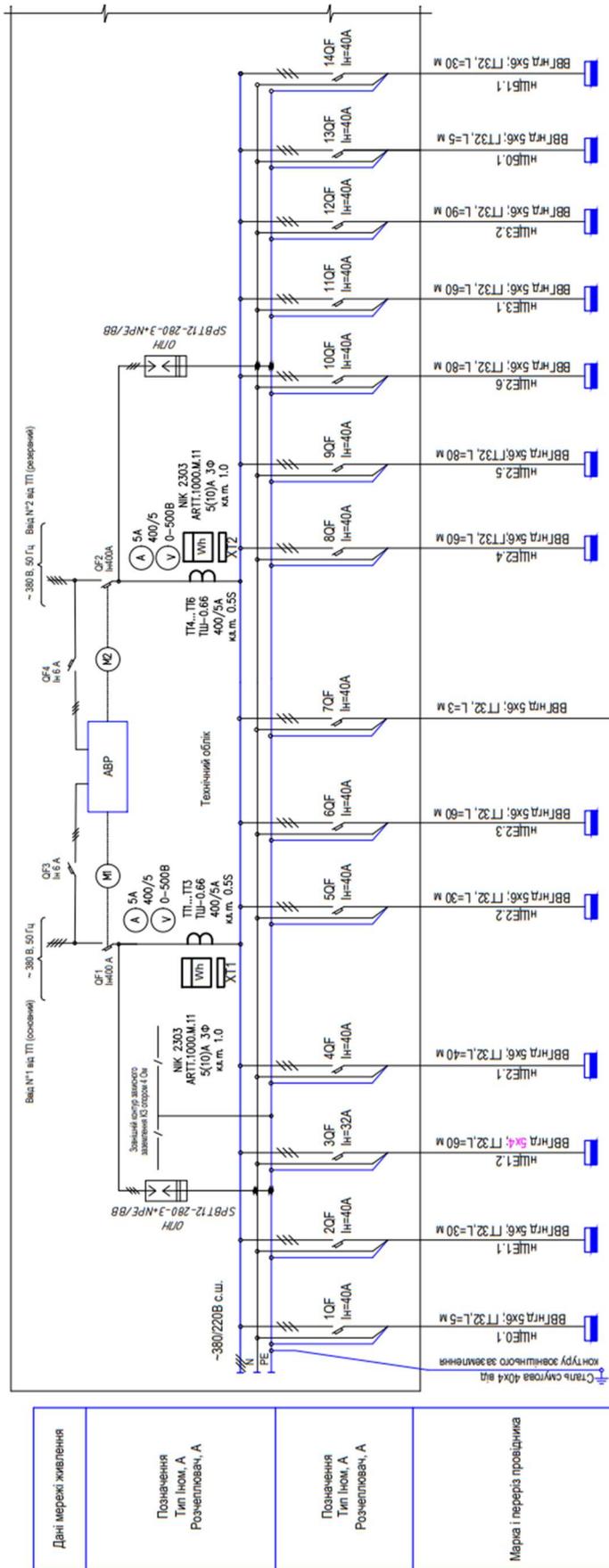


Рисунок 3.3 — Схема розключення АВР гуртожиток №2

Для проектування схеми розключення АВР для гуртожитку №4 обрана схожа схема зображена на рисунку 3.5.

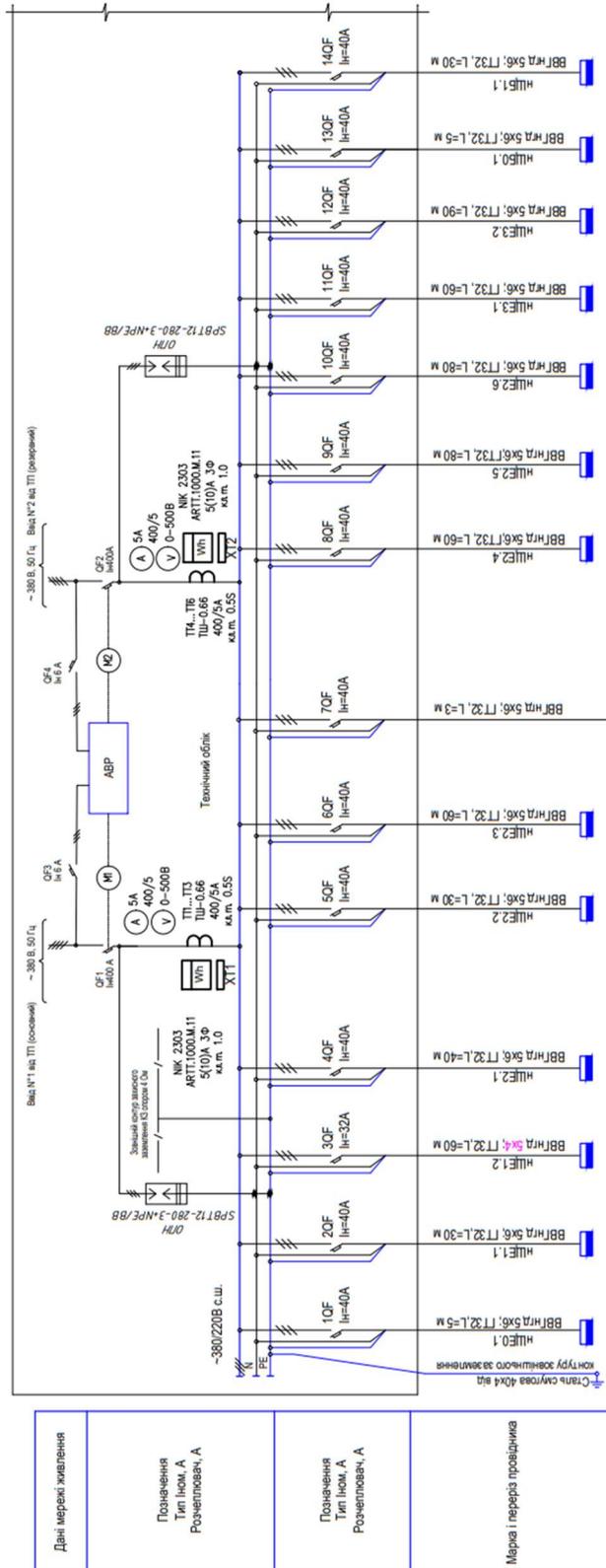


Рисунок 3.5 — Схема розключення АВР гуртожиток №4

Всі ці схеми доволі схожі між собою, адже принцип дії у них і місця використання максимально схожі між собою.

На рисунку 3.6 наведена структурна схема всього проєкту.

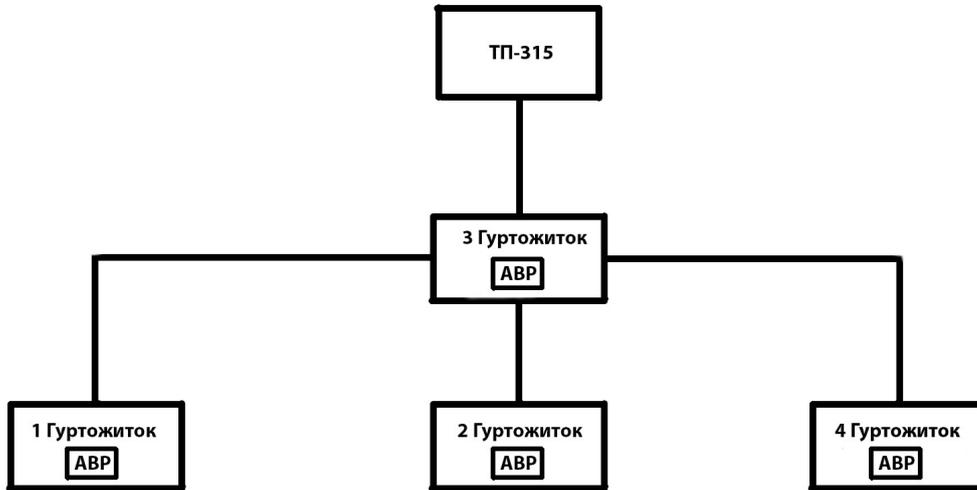


Рисунок 3.6 — Структурна схема проєкту

Можна зазначити, що схеми розключення АВР в гуртожитках вкрай подібні, але є найбільш оптимальними в цій ситуації тому, що об'єкти вкрай подібні між собою.

РОЗДІЛ 4

ОГЛЯД ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

Насамперед при виконанні будівельних робіт потрібно розуміти, що робота як з самим електроінструментом, необхідним для роботи, так і кабельні лінії, які знаходяться під землею несуть надзвичайно велику небезпеку для працівників.

4.1 Небезпека електричного струму

Електричний струм може бути небезпечним, існують кілька факторів, що визначають ступінь його небезпеки:

1. Електрошок: При проходженні електричного струму через тіло людини може виникати електрошок. Це може бути дуже болісним і при великих дозах навіть смертельним. Електрошок може викликати ураження нервової системи, м'язів, серця і інших органів.

2. Пожежа: Електричний струм може призвести до перегріву проводів, електричного обладнання або інших електричних компонентів, що може спричинити пожежу. Перегрів може стати наслідком перевантаження електричної мережі, короткого замикання або пошкодження проводки.

3. Ураження: Контакт з електричним струмом може призвести до ураження людини. Величина ураження залежить від сили струму, тривалості контакту, опору тіла та шляху пролазу струму через тіло. Внаслідок ураження можуть виникати опіки, травми, аритмії серця та інші ушкодження.

4. Вибухи і руйнування: Електричний струм може бути причиною вибухів або руйнувань в небезпечних середовищах, де він може запалити пальні речовини або створити іскру, що може викликати вибух.

5. Небезпека для обладнання: Надмірний або неправильний електричний струм може пошкодити електричне обладнання, електроніку і прилади.

Отже, електричний струм має потенційну небезпеку для людей, власності та безпеки в цілому. Важливо дотримуватися правил безпеки, встановлених норм та стандартів, а також отримати відповідне навчання щодо безпечного використання електрообладнання та знати процедури дії в разі виникнення аварійних ситуацій.

4.2 Правила користуванням електроінструментом

1. Перед увімкненням електричного приладу необхідно візуально перевірити електричний шнур на наявність механічних пошкоджень.

2. Електричний прилад повинен бути надійно заземлений відповідно до правил установки приладу.

3. Заборонено працювати з електричним приладом вологими руками.

4. Не залишайте електричний прилад без нагляду на тривалий час. Після завершення роботи перевірте, що все вимкнено.

5. Дітям необхідний нагляд дорослих при користуванні електричними приладами.

6. При виявленні або виникненні несправності в електричному приладі звертайтеся до фахівця-електрика.

7. Категорично заборонено виконувати будь-які ремонтні роботи самостійно.

8. Якщо телевізор перестав працювати або почав миготіти, не стукайте по ньому. Негайно вимкніть його.

9. Якщо щось потрапило до телевізора, радіоприймача або інших електричних приладів, які працюють, спочатку вимкніть їх. Не використовуйте олівець або інші предмети, щоб вийняти предмет з приладу, якщо він увімкнений.

10. Не залишайте увімкнені електричні прилади без нагляду.

11. Заборонено тягнути за електричний шнур руками, оскільки він може обірватися і спричинити ураження електричним струмом.

12. Не наливайте воду у включені електричні прилади, такі як чайники, кавоварки або каструлі.

13. Не торкайтеся вологими руками та не витирайте вологою ганчіркою електричні кабелі, розетки, вимикачі та інші електричні прилади, які працюють.

14. Не підвішуйте речі на електричні кабелі.

15. При виході з дому вимикайте всі електричні прилади.

16. Не використовуйте саморобні електричні прилади. Невідповідне використання електричних приладів може призвести до пожежі.

Під час прогулянки заборонено підходити до оголених дротів та торкатися їх руками, розводити вогнище під лініями електропередач або біля підстанцій.

Якщо сталася пожежа через електричне обладнання, перш за все вимкніть електричне живлення у квартирі або приміщенні. Якщо вимкнути електромережу неможливо, пам'ятайте: не використовуйте воду або пінні вогнегасники для загашування вогню, використовуйте лише порошкові вогнегасники.

Врятування життя людини, ураженої електричним струмом, залежить від швидкості і правильності надання першої допомоги. Перш за все, необхідно швидко звільнити потерпілого від дії електричного струму. Якщо неможливо відключити електричне обладнання від джерела живлення, негайно відійдіть від струмоведучих частин, уникаючи контакту з потерпілим.

Подальші заходи медичної допомоги залежать від стану потерпілого. Надайте допомогу негайно, якщо можливо - на місці події, а також викличте медичну допомогу. Якщо потерпілий не втратив свідомість, забезпечте йому спокій до прибуття лікаря. Якщо потерпілий дихає рідко і судорожно, але є пульс, негайно почніть здійснювати штучне дихання. У разі зупинки дихання, розширення зіниць і посиніння шкіри розпочніть штучне дихання і непрямий масаж серця.

4.3 Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком роботи електрику необхідно:

- Отримати завдання та пройти інструктаж на робочому місці щодо специфіки виконуваної роботи.

2. Після отримання завдання від керівника робіт та ознайомлення, при необхідності, з заходами наряду-допуску електрику необхідно:

- Підготувати необхідні засоби індивідуального захисту та перевірити їх справність.

- Перевірити робоче місце та підходи до нього з точки зору вимог безпеки.

- Підібрати інструменти, обладнання та технологічне оснащення, необхідні для виконання робіт, і перевірити їх справність та відповідність вимогам безпеки.

- Ознайомитися зі змінами в схемі електропостачання споживачів та поточними записами в оперативному журналі.

3. Електрик не повинен розпочинати роботу у разі таких порушень вимог безпеки:

- Несвоєчасне проведення періодичних перевірок основних і додаткових засобів захисту або закінчення строку їх експлуатації, встановленого виробником.

- Недостатня освітленість при захащеності робочого місця.

Виявлені порушення вимог безпеки повинні бути усунуті самостійно електриком до початку робіт. У разі неможливості цього зробити, електрик зобов'язаний повідомити про них відповідальному керівнику робіт.

Вимоги безпеки під час виконання роботи можна сформулювати наступним чином.

ВИСНОВКИ

Модернізація зовнішньої системи живлення студмістечка вкрай важлива, бо система що існує знаходиться у зношеному стані та не відповідає сучасним вимогам щодо забезпечення необхідної категорії надійності електропостачання (2-га категорія). Також прокладена при будівництві гуртожитків кабельно-провідникова продукція не дозволяє перевести кухні гуртожитків з газових плит на електричні, що вимагають сучасні європейські норми.

За рахунок модернізації енергосистеми, що передбачено роботою та встановлення системи АВР, з'явиться можливість встановити електроплити в гуртожитках та заживити необхідні для безперебійного функціонування установок гуртожитків (таких як пожежна сигналізація, відеоспостереження, аварійне освітлення поверхів та ін.). підвищивши комфортність умов та безпеку перебування мешканців у гуртожитках.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДБН В.2.5-23:2010 ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЦИВІЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ
2. Правила користування електричною енергією для населення (затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 26.07.1999 р. № 1357)
3. Методика обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії між електропередавальною організацією та її споживачами (затверджена наказом Мінпаливенерго України від 17.01.2002 р. № 19)
4. "Правила улаштування електроустановок" (ПУЕ-2017)
5. Лідньов А. ОГЛЯД ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ [Електронний ресурс] / Анатолій Лідньов – Режим доступу до ресурсу: <https://pro-op.com.ua/article/478-bezpeka-prats-v-budvnitstvy>.
6. ДБН 2.5-28:2018 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglcfindmkaj/https://ledeffect.com.ua/images/_branding/dbn2018.pdf.
7. DBN-V.2.2-3-2018-Zakladi-osviti [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://anc-project.com/ua/dbn1/dbn-v.2.2-3-2018-budinki-i-sporudi.-zakladi-osviti.html>.
8. ДБН В.2.2-9-2009 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25609.
9. ДСТУ Б А.2.4-19:2008 [Електронний ресурс]. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglcfindmkaj/http://www.tsatu.edu.ua/ettp/wp-content/uploads/sites/25/dstu_b_a_2_4-19-2008-1.pdf.
10. ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА В БУДІВЛЯХ І СПОРУДАХ ДП "УкрНДНЦ". – 2016.

ДОДАТКИ

SECTION 1

GENERAL INFORMATION ABOUT THE CONSTRUCTION OBJECT AND DEFINITION OF WORK VOLUMES, AND DEVELOPMENT OF THE STRUCTURAL AND SINGLE-LINE POWER SUPPLY SYSTEM OF THE STUDENT CAMPUS.

1.1 Structure of Electrical Networks

Electrical networks have a complex structure that includes various levels and components. The main components of the electrical network structure include the following:

1. **Power Plants:** These are sources of electricity generation. Power plants can be thermal (based on coal, oil, or gas), nuclear, hydroelectric, wind, solar, and other types. They generate electric current for further transmission.

2. **Transmission Lines:** These are high-voltage lines that carry electric power from power plants to substations. They typically operate at very high voltages (e.g., 110 kV, 220 kV, 400 kV) to minimize energy losses during transmission over long distances.

3. **Substations:** These are nodes in the electrical network where electric current is transformed to different voltage levels for further distribution. Substations can be transmission substations, which receive electric power from transmission lines, or distribution substations, which supply electric power to distribution lines and connect to end consumers.

4. **Distribution Lines:** These are low-voltage lines that distribute electric power from substations to end consumers. Distribution lines can be overhead (on poles) or underground.

5. **Transformers:** They are used to change the voltage level from high to low (e.g., from 110 kV to 10 kV and vice versa).

6. **Distribution Points:** These are locations where distribution lines are divided into several branches to supply electric power to different zones or segments of consumers.

7. **Cables and Wires:** They are used for transmitting electric current throughout the network. Cables can be underground, submarine, as well as overhead lines.

8. **Measurement Devices:** They are installed to measure parameters of electrical energy, such as power consumption, voltage, current, etc. These data are used for accounting, billing, and energy system management.

9. Protective Equipment: These are devices such as circuit breakers, fuses, relays, which provide protection to the electrical network from overloads, short circuits, and other faults.

10. Control and Monitoring: Control and monitoring systems are used for supervision, control, and optimization of the electrical network operation. They allow monitoring the flow of energy, detecting faults, ensuring system stability, and performing remote control.

1.2 Distribution of Power Among Consumers

The distribution of electrical power among consumers is typically carried out at the level of distribution points in the electrical network. The total power entering the distribution point is distributed among several branches (feeders), each supplying electric power to different groups of consumers.

Special devices called power transformers are installed at the distribution point to reduce the voltage of the electric current, enabling safe delivery of electrical energy to buildings and other consumers.

Additionally, various monitoring and control devices are usually installed in order to maintain network stability and optimize energy consumption. For example, distribution points may have automatic load management systems that allow voltage and power regulation in different parts of the network.

Furthermore, there are various ways to optimize energy consumption, such as installing "smart meters" that allow collecting real-time energy consumption data and transmitting it to the power grid for further optimization of consumption.

1.3 Electrical Grids of Residential Buildings (Dormitories)

The electrical grid of a dormitory is part of the overall electrical network but has its peculiarities related to the specific electricity consumption patterns.

Depending on the size and number of residents, the electrical grid of a dormitory can have different components. Typically, it consists of the following parts:

1. Transformer substation: This is the location where electrical energy is transferred from the main electrical network to the internal grid of the dormitory. The transformer substation can be installed either on the premises of the dormitory or outside its boundaries.

2. Distribution point: This is the point where electricity from the transformer substation is supplied to distribution lines that provide electricity to each floor of the dormitory.

3. Distribution lines: These are the electrical lines that deliver electricity to each floor of the dormitory. Distribution lines are usually installed along corridors and basements of the dormitory.

4. Room-level power lines: These are the electrical lines that supply electricity to each individual room in the dormitory. These lines may be concealed within walls, floors, or ceilings.

Dormitories typically do not have individual electricity meters for each room, which makes it difficult to accurately measure energy consumption for each resident separately. Additionally, dormitories often lack specialized energy monitoring and control systems, which hinders the optimization of energy consumption and the reduction of utility costs.

It is important to remember that the electrical grid of a dormitory, like any other electrical network, requires regular maintenance and periodic checks of the condition of the electrical equipment. It is also important to follow safety rules when using electrical appliances to avoid the risk of electric shock.

1.4 Object Information

The dormitory complex project is shown in Figure 1.1.

The red lines indicate the laid cables.

Power supply is carried out through 2 substations to distribute the load. Dormitories No. 2 and No. 4 are connected to substation TP-315, while dormitories No. 1 and No. 3 are connected to TP-129. Due to the modernization of the dormitories, specifically the replacement of gas stoves with electric ones (based on safety requirements) and recent events in Ukraine in 2022-2023, there is a need to change the power supply plan for the dormitories.

This connection scheme to the city's electrical grid was implemented during the construction of the facilities but is now considered insufficient for installing electric stoves as a replacement for gas ones.

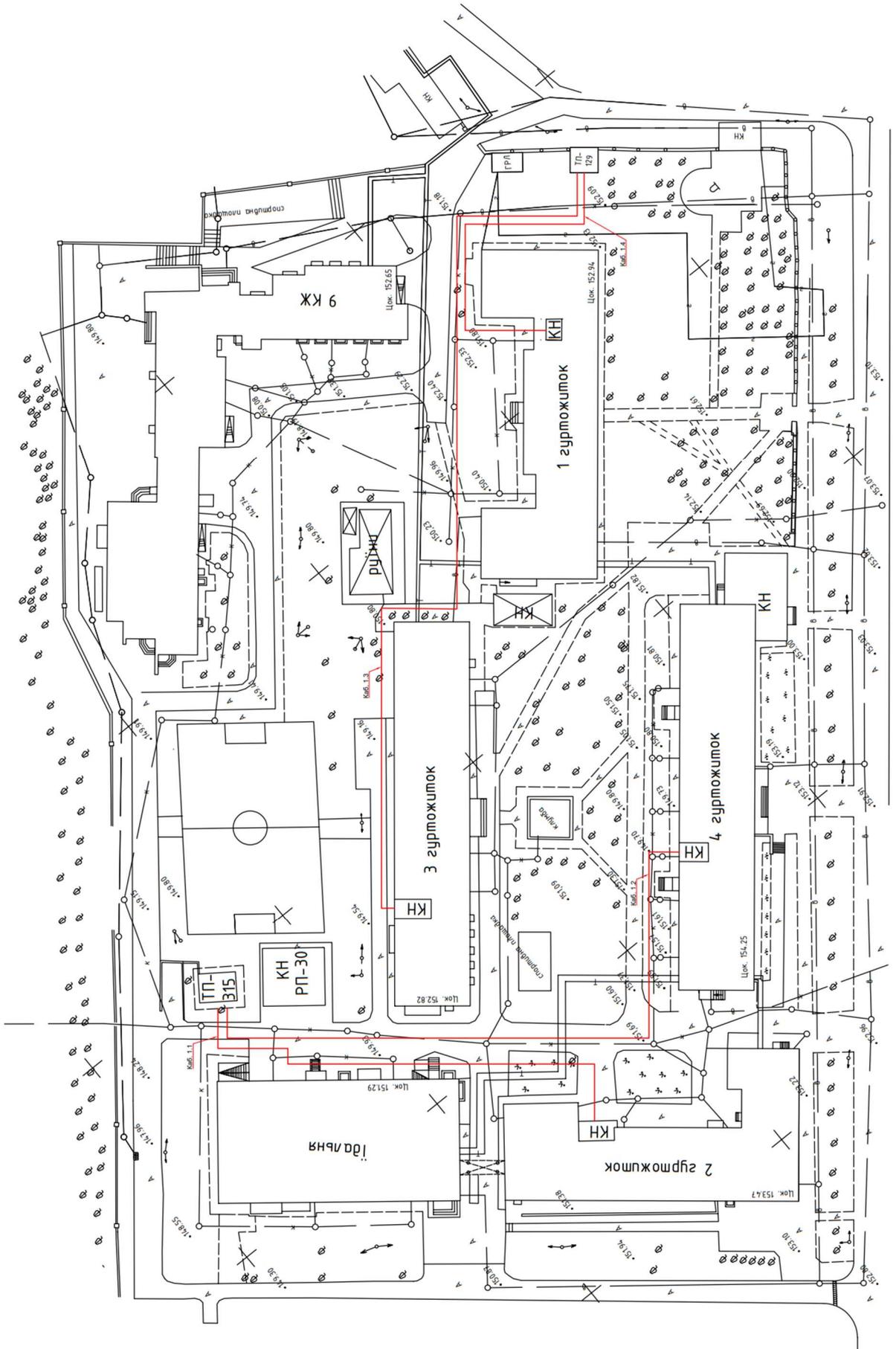


Figure 1.1 — Cable Layout Plan (Existing)

1.5 Reasons for Choosing Electric Stoves Instead of Gas Stoves

1. **Safety:** One of the main advantages of electric stoves is the absence of gas-related risks and the potential for explosions. Gas stoves require a proper gas supply system, gas regulators, and well-functioning ventilation to remove combustion byproducts. If these systems are not properly maintained or used incorrectly, serious safety issues can arise. Electric stoves, on the other hand, do not have this risk as they operate using electricity.

2. **Infrastructure:** Establishing and maintaining a gas supply infrastructure is a complex task, especially for dormitories located in older buildings. This includes installing gas pipelines, having gas cylinders or a centralized gas supply system, and ensuring proper ventilation. In the case of electric stoves, only proper electrical supply needs to be provided.

3. **Ease of Use:** Electric stoves typically have a simple control system, making them easy to use. They often feature electronic control panels with power regulators and timers. Gas stoves, on the other hand, require proper gas ignition, flame adjustment, and consideration of gas fuel availability.

4. **Energy Efficiency:** In some cases, electric stoves can be more energy-efficient compared to gas stoves. Newer models of electric stoves may have energy-saving features such as quick heating, heat distribution across the surface, and automatic shut-off after cooking is finished.

Currently, there are no backup power sources in case of a blackout (at least minimal lighting). Therefore, it was decided to build a new system with an Automatic Transfer Switch (ATS).

An Automatic Transfer Switch (ATS) is a system that enables automatic switching of power supply from the main electrical source to a backup source.

In case of a failure of the main power source or when its parameters exceed certain limits, the Automatic Voltage Regulator (AVR) is used to provide uninterrupted power supply to critical devices, systems, and equipment. It is primarily employed in electrical power systems where continuous and reliable power supply is necessary, such as in manufacturing plants, banks, medical facilities, data centers, and more.

The AVR operates in two main modes: automatic and manual. In the automatic mode, the AVR autonomously detects power failures or unacceptable parameters from the main source and automatically switches the power supply to the backup source. In the manual mode, the operator can manually control the power transfer process.

Automatic Transfer Switch (ATS) is an abbreviated term for automatic voltage regulation. These terms are used interchangeably and refer to the same system.

Example:

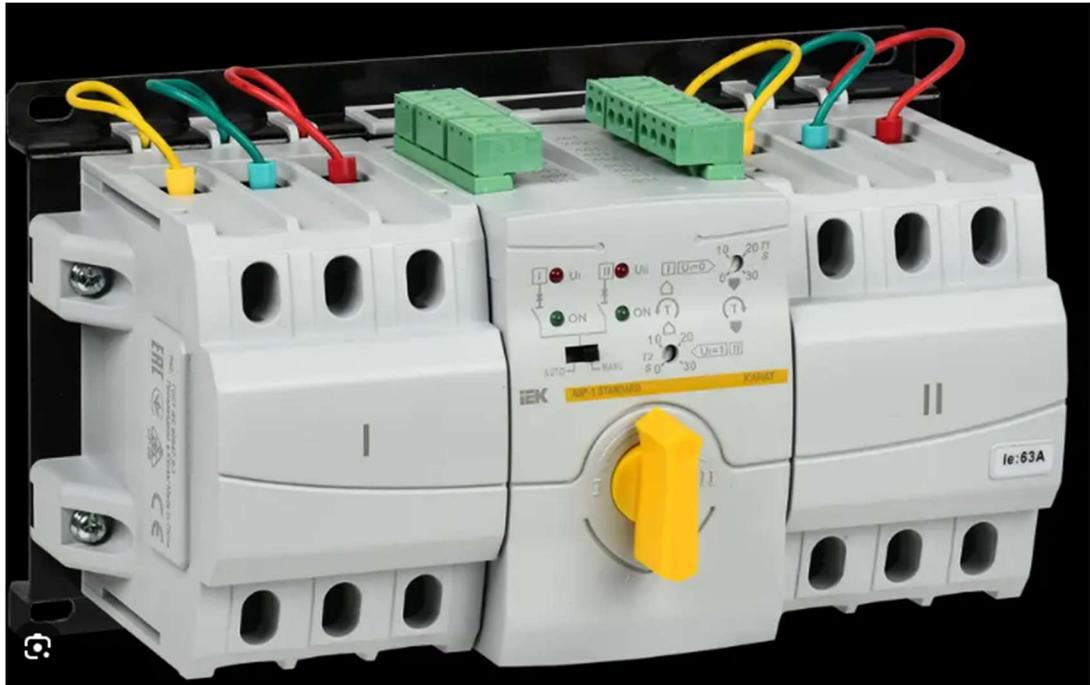


Figure 1.2 — Automatic Transfer Switch (ATS)

1.6 Power Distribution System Diagram (also known as Electrical Distribution Scheme) - is a graphical representation of an electrical power system that illustrates the components, connections, and sequence of elements within that system. It is used to illustrate the functions, structure, and placement of various elements of the power distribution system.

The Power Distribution System Diagram includes the following elements:

1. Substations: They are key components of the power distribution system and are designed for receiving, transforming, and distributing electrical power. Substations can be located at different voltage levels and may include transformers for voltage step-up or step-down.

2. Transmission lines: These are conductors through which electrical power is delivered from substations to consumers.

3. Transformers: They are used to change the voltage of electrical power. Transformers provide voltage step-up or step-down for efficient distribution of electrical energy at different voltage levels.

4. Distribution devices: These are elements that distribute electrical power from transmission lines to end consumers. They can include distribution panels, distribution cabinets, circuit breakers, outlets, and other devices.

5. Consumers: These are the end points that utilize electrical power for their needs. They can be houses, offices, industrial plants, public buildings, and so on.

In collaboration with the university's energy specialist, we have developed a Power Distribution System Diagram for the student campus to lay new cable lines, taking into account the technical requirements and the location of other engineering and technical communications (gas pipelines, other cables, etc.). It is depicted in Figure 1.3.

The power supply structure diagram helps understand how electrical energy flows from the source to the end consumers, which components are used for its transformation and distribution, and the sequence of these elements. It is an essential tool for planning, designing, and managing the power supply in buildings, complexes, or even entire cities.

1.7 Single-line diagram of the power supply is a simplified graphical representation of the power supply system, which shows the main components and their interconnections. It provides an overview of the structure and functioning of the power supply system without detailed depiction of equipment's physical locations.

A single-line diagram is commonly used in the design, construction, operation, and maintenance of electrical systems. It helps engineers, electrical technicians, and other professionals to easily understand and analyze the power supply system.

The single-line diagram includes the following elements:

1. Circuit breakers and disconnect switches: The placement and status of switches controlling the power supply to individual parts of the system are shown.
2. Transformers: Transformers used for voltage conversion in the system are depicted.
3. Generators: If there is an internal power source such as a generator or solar panels, it may be represented in the single-line diagram.
4. Transmission lines: The transmission lines carrying electrical energy and connecting different components of the power supply system are shown.
5. Voltage and current measuring instruments: Instruments measuring voltage and current at various points in the system are depicted.

The single-line diagram helps visualize the structure of the power supply system, identify potential issues, and facilitate the design or modification of the system for optimal functioning.

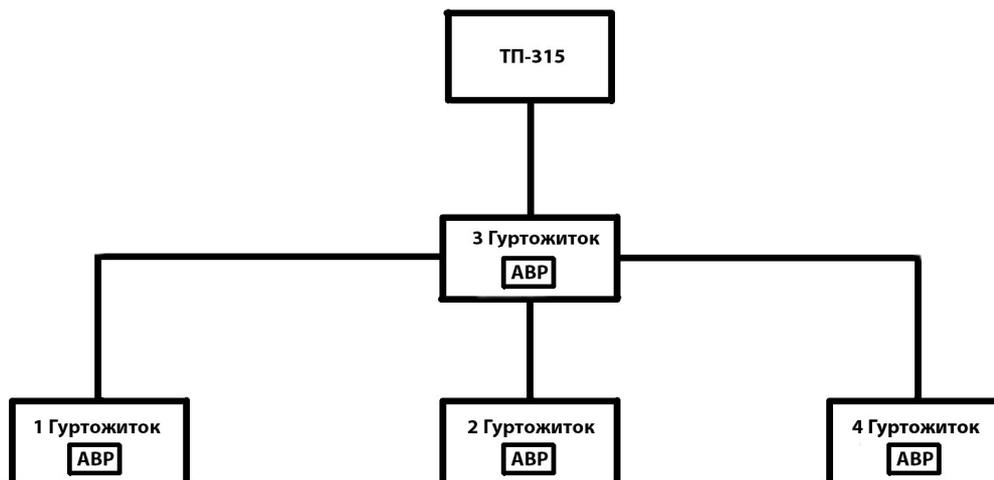


Figure 1.4 — Single-line diagram of the power supply.

From substation TP-315, two cables need to be laid to dormitory building No. 3 as shown on the plan. The main cable switching and distribution take place at this location. From this distribution point, two cables are further laid to dormitory building No. 2, one cable to dormitory building No. 1, and another cable to dormitory building No. 4. This allows us to reduce costs for materials and labor to implement this project. An Automatic Voltage Regulator (AVR) needs to be installed in each dormitory.

1.8 Rules for cable laying in the ground (trenches):

- The minimum depth of cable burial in the ground should be 70 cm. However, if the length of the underground line is less than 5 meters and the wiring is additionally protected by a pipe, the conductor can be laid at a depth of 50 cm.
- It is prohibited to route the line under the foundation of a building. The minimum distance from the foundation should be 60 cm.
- The distance between two cables in a single trench should be at least 10 cm, which determines the width of the technological channel.
- When laying electrical wiring in a trench, a minimum distance of 2 meters should be maintained from trees and at least 75 cm from shrubs. If there is additional protection of the cable line with a pipe, this rule can be ignored.
- The distance from a water supply line and sewage should be at least 1 meter, and from a gas pipe - at least 2 meters.

- If the crossing of cable lines in a trench is necessary, there should be a layer of soil between them of at least half a meter.
- The conductor should be armored and specifically designed for underground installation to protect it from rodents and mechanical damage.
- Special joints should be used when connecting underground electrical cables.
- For additional protection of the underground power line, especially in case of significant soil settlement, asbestos-cement pipes or special brick cable structures can be used. The use of straw is strictly prohibited.
- A sand cushion with a thickness of 10 centimeters should be made on the compacted bottom of the trench. This is done for the following purposes:

Protection against mechanical damage: The sand cushion serves to protect the cable from mechanical impacts such as compression, impacts, or soil vibrations. It creates a soft padding that helps reduce the risk of damage and conductor breakage.

Load distribution: The sand cushion distributes the load on the cable over a wider area, reducing the stresses acting on it.

This is particularly important when the cable passes under road or land traffic loads.

3. Friction reduction: The sand cushion helps reduce friction between the cable and the soil, making cable installation easier and preventing excessive stress and wear.

4. Moisture protection: The sand cushion can serve as an additional layer of moisture protection for the cable, creating a barrier between the cable and the soil. This is especially important for cables that do not have built-in moisture-resistant insulation.

In conclusion to the first chapter of the thesis, it can be said that it is crucial to thoroughly investigate the object before starting the work in order to avoid recalculations and, even worse, having to redo the completed work.