

Задание №1

Согласно последней цифре зачетной книжки выбрать соответствующую тему и составить реферат.

| Номер последней цифры зачетной книжки | Наименование темы реферата и обязательный перечень вопросов, подлежащих рассмотрению |
|--|---|
| 0 | Состояние электроэнергетики в России и за рубежом. Развитие энергетических систем и электрических сетей в России. Классификация передовых технических решений в сфере передачи электроэнергии. |
| 1 | Конструкции воздушных линий электропередачи. Традиционные воздушные линии (ВЛ) электропередачи. Конструктивные элементы ВЛ. Провода и грозозащитные тросы. |
| 2 | Конструкции воздушных линий электропередачи. Традиционные воздушные линии (ВЛ) электропередачи. Опорные конструкции. Изоляция. Арматура. Защита от перенапряжений, заземление. |
| 3 | Нетрадиционные воздушные линии электропередачи. Экологически безопасные воздушные линии. Компактные воздушные линии. |
| 4 | Нетрадиционные воздушные линии электропередачи. Воздушные линии электропередачи с изолированными проводами. Мировой опыт в линейном строительстве. |
| 5 | Кабельные линии. Основные понятия и общие сведения. Основные типы и марки кабелей. |
| 6 | Кабельные линии. Конструкции силовых кабелей. Кабели с поясной изоляцией на напряжение 6(10) кВ. Кабели с радиальным электрическим полем напряжением 35 кВ. Кабели для вертикальных прокладок. |
| 7 | Кабельные линии. Конструкции силовых кабелей. Кабели на напряжение 110 кВ и выше. Силовые кабели с пластмассовой и резиновой изоляцией. Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. |
| 8 | Арматура для кабельных линий. Соединительные муфты. Стопорные муфты. Концевые муфты и заделки. |
| 9 | Способы прокладки кабелей. Прокладка кабелей в траншеях. Прокладка кабелей в блоках. Прокладка кабелей в каналах. Прокладка кабелей на эстакадах и галереях. Прокладка кабелей в туннелях и коллекторах. Прокладка кабеля под водой. |

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание, перераб. и дополн.- Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2006.- 854 с.
2. Григорьев В.И., Киреева Э.А., Минтюков А.П., Чохонелидзе А.Н. Электроснабжение и электрооборудование жилых и общественных зданий. – М.: Энергоиздат, 2003. – 212 с.
3. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник для студентов высших учебных заведений/Б.И. Кудрин. – М: Интермет Инжиниринг, 2005. – 672 с.
4. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: Справочник: Учеб. Пособие. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006. – 480 с.
5. Электротехнический справочник: В 4 т. Т.3. Производство и распределение электрической энергии. 9-е изд., стер. /Под ред. В.Г. Герасимова и др.- М.: Изд-во МЭИ, 2004. – 964 с.
6. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных и гражданских зданий: учеб. для студ. сред. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 368 с.
7. Карапетян И.Г., Файбисович Д.Л., Шапиро И.М. Справочник по проектированию электрических сетей /Под ред. Д.Л. Файбисовича. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006.- 320 с.
8. Макаров Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4 – 35 кВ и 110 – 1150 кВ. В 7 томах. Том 4./Под ред. И.Г. Горюнова, А.А.Любимова. М.: Папирус Про, 2005. – 637 с.
9. Справочник по строительству и реконструкции линий электропередачи напряжением 0,4 – 500 кВ. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. -340 с.

Задание №2

По двум последним цифрам зачетной книжки выбрать соответствующие участок электроэнергетической сети и данные, подобрать сечение и марку линий электропередач по экономической плотности тока.

Таблица 1

Выбор варианта выполнения контрольной работы

| | Первая буква фамилии студента А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, И, К, Л, М, Н, О | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Последняя цифра номера зачетной книжки | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Схема электроснабжения и ее параметры (табл. 2) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Предпоследняя цифра номера зачетной книжки | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Параметры электрических нагрузок (табл. 3) | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | Первая буква фамилии студента П, Р, С, Т, У, Ф, Х, Ц, Ч, Ш, Щ, Э, Ю, Я | | | | | | | | | |
| Последняя цифра номера зачетной книжки | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Схема электроснабжения и ее параметры (табл. 2) | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Предпоследняя цифра номера зачетной книжки | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Параметры электрических нагрузок (табл. 3) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Таблица 2

Параметры электрической сети

| Наименование расчетного параметра | | Значение исходных параметров для варианта схемы | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|----|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Схема на рисунке | | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 1.10 |
| Мощность трансформатора, МВА | T1 | 10 | 16 | 6,3 | 10 | 16 | 10 | 10 | 6,3 | 6,3 | 6,3 |
| | T2 | 10 | 16 | 6,3 | 10 | 16 | 10 | 10 | 6,3 | 6,3 | 6,3 |
| | T3 | 2,5 | 0,63 | 4 | 6,3 | 0,63 | 6,3 | 4 | 2,5 | 0,25 | 2,5 |
| | T4 | 0,63 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,63 | 0,4 | 0,25 | 0,4 |
| | T5 | 0,25 | 0,63 | 0,16 | 0,63 | 0,4 | 0,63 | 0,4 | 0,4 | 0,16 | 0,25 |
| | T6 | 0,4 | – | 0,25 | 0,25 | – | 0,25 | 0,4 | 0,25 | – | 0,16 |
| Длина линии электропередачи, км | W1 | 3 | 10 | 3 | 4 | 9 | 8 | 7,5 | 4 | 5 | 6 |
| | W2 | 2 | 8 | 3 | 3 | 9 | 8 | 7,5 | 3 | 5 | 8 |
| | W3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 2,5 | 1,5 | 3 | 2 |
| | W4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2,5 | 1,5 | 4 | 2 |
| | W5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 6 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| | W6 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 2 | 4 |
| | W7 | 7 | – | – | – | 3 | 4 | – | 3 | 5 | 2 |

Таблица 3

Параметры электрических нагрузок

| Наименование параметра | | Значение исходных параметров для варианта схемы | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Н1 | Мощность S, МВА | 3,2 | 4,5 | 1,8 | 3,0 | 4,2 | 2,9 | 3,3 | 1,7 | 1,9 | 1,8 |
| Н2 | Мощность S, МВА | 2,4 | 4,8 | 1,7 | 2,7 | 4,9 | 2,8 | 2,9 | 1,9 | 1,8 | 1,8 |
| Н3 | Мощность S, МВА | 3,0 | 3,9 | 2,0 | 3,5 | 5,0 | 3,2 | 3,6 | 2,0 | 2,1 | 2,2 |
| Н4 | Мощность S, МВА | 2,8 | 4,5 | 1,5 | 2,7 | 3,8 | 2,8 | 2,9 | 1,4 | 1,5 | 1,6 |
| Н5 | Мощность S, МВА | 1,6 | 2,7 | 3,9 | 4,5 | 4,8 | 4,2 | 2,0 | 1,8 | 3,8 | 1,9 |

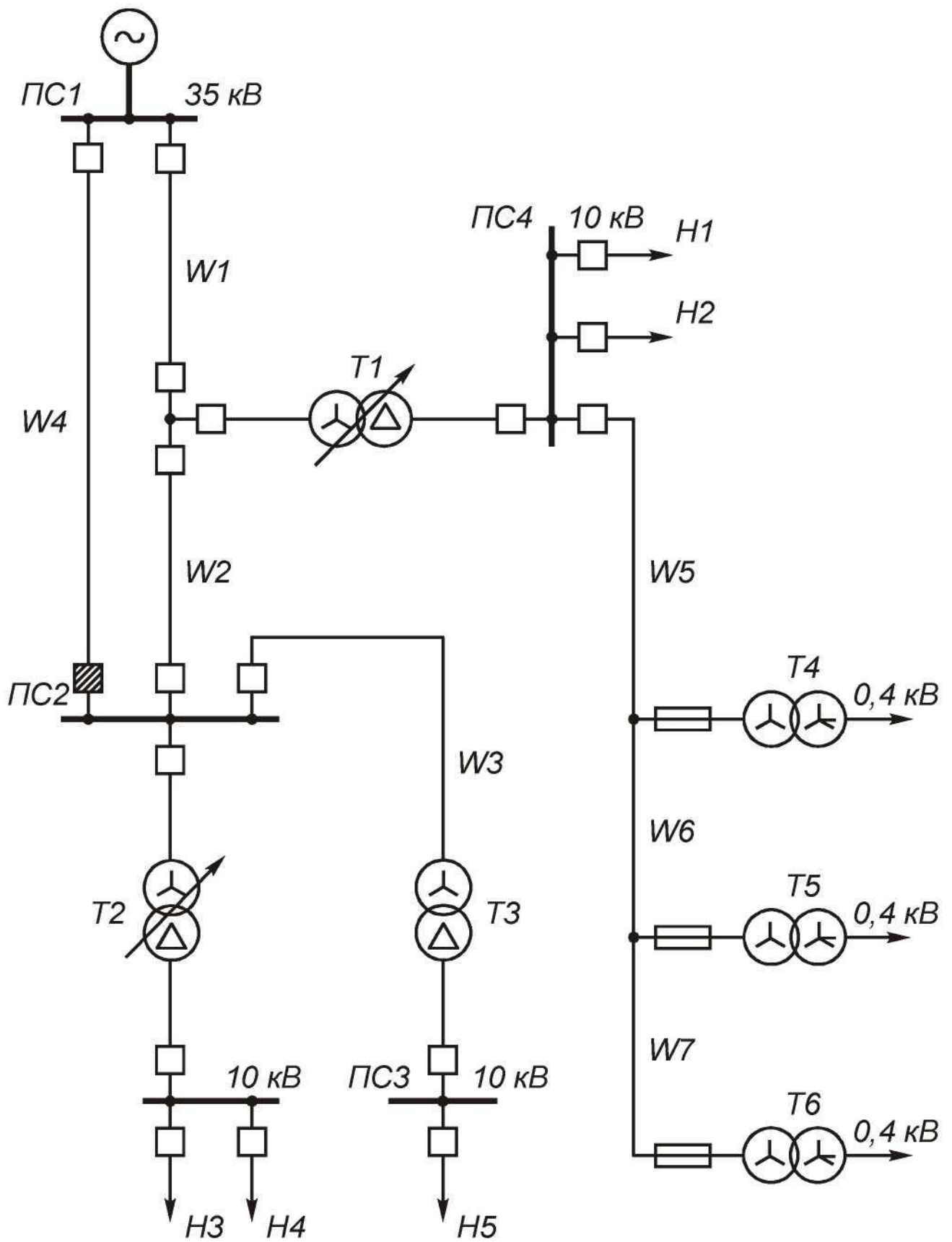


Рис. 1.1. Участок электрической сети

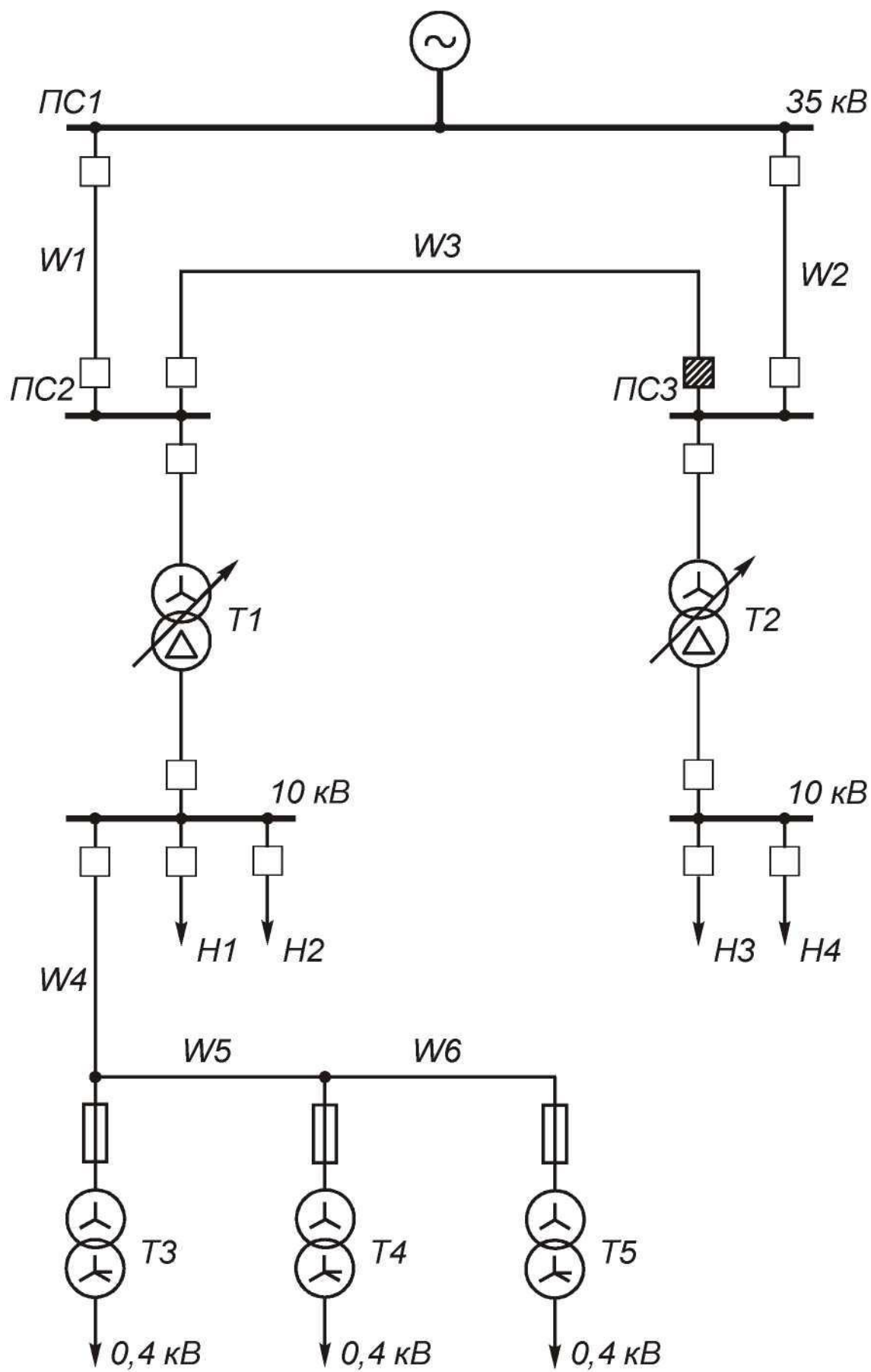


Рис. 1.2. Участок электрической сети

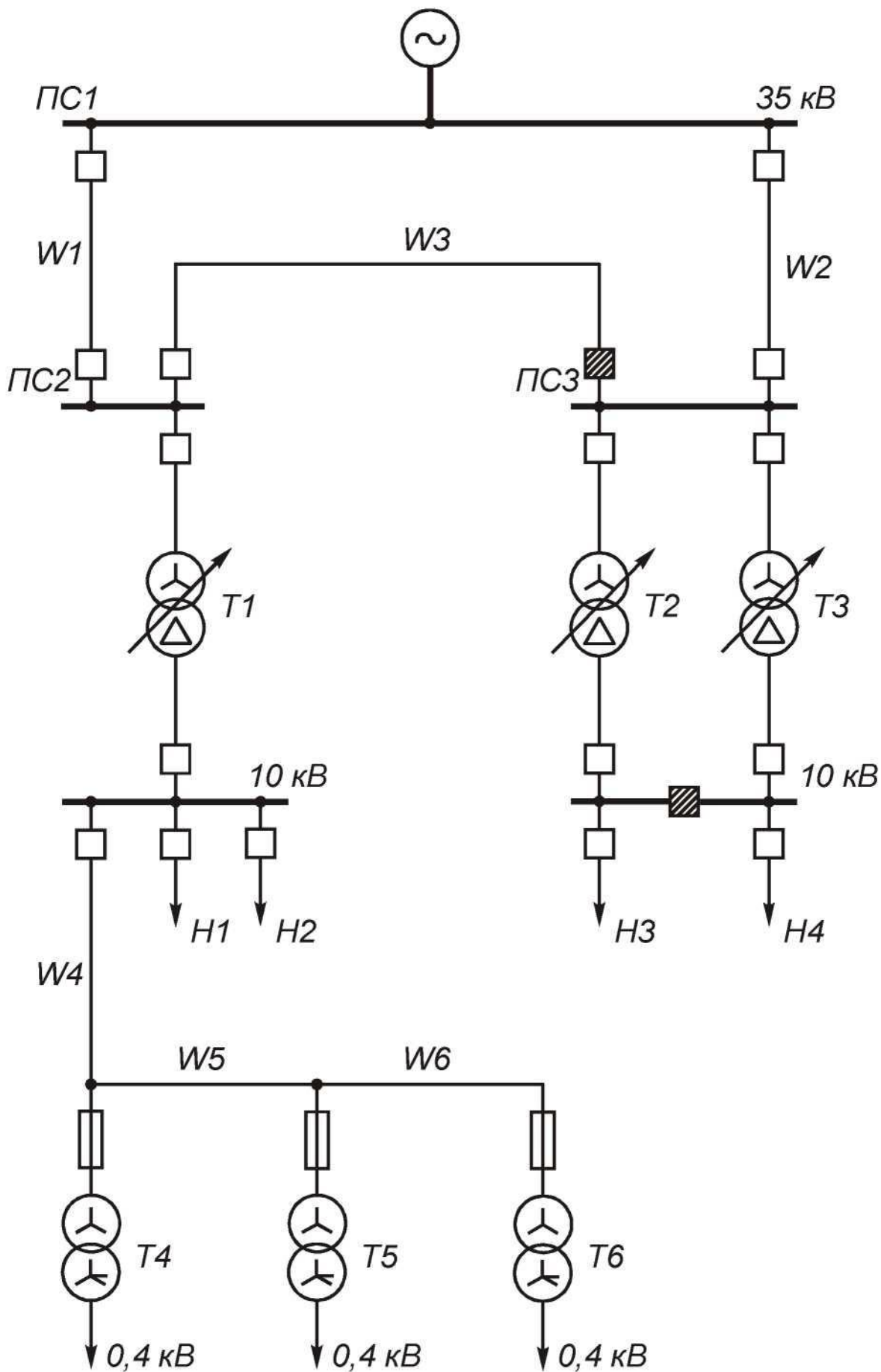


Рис. 1.3. Участок электрической сети

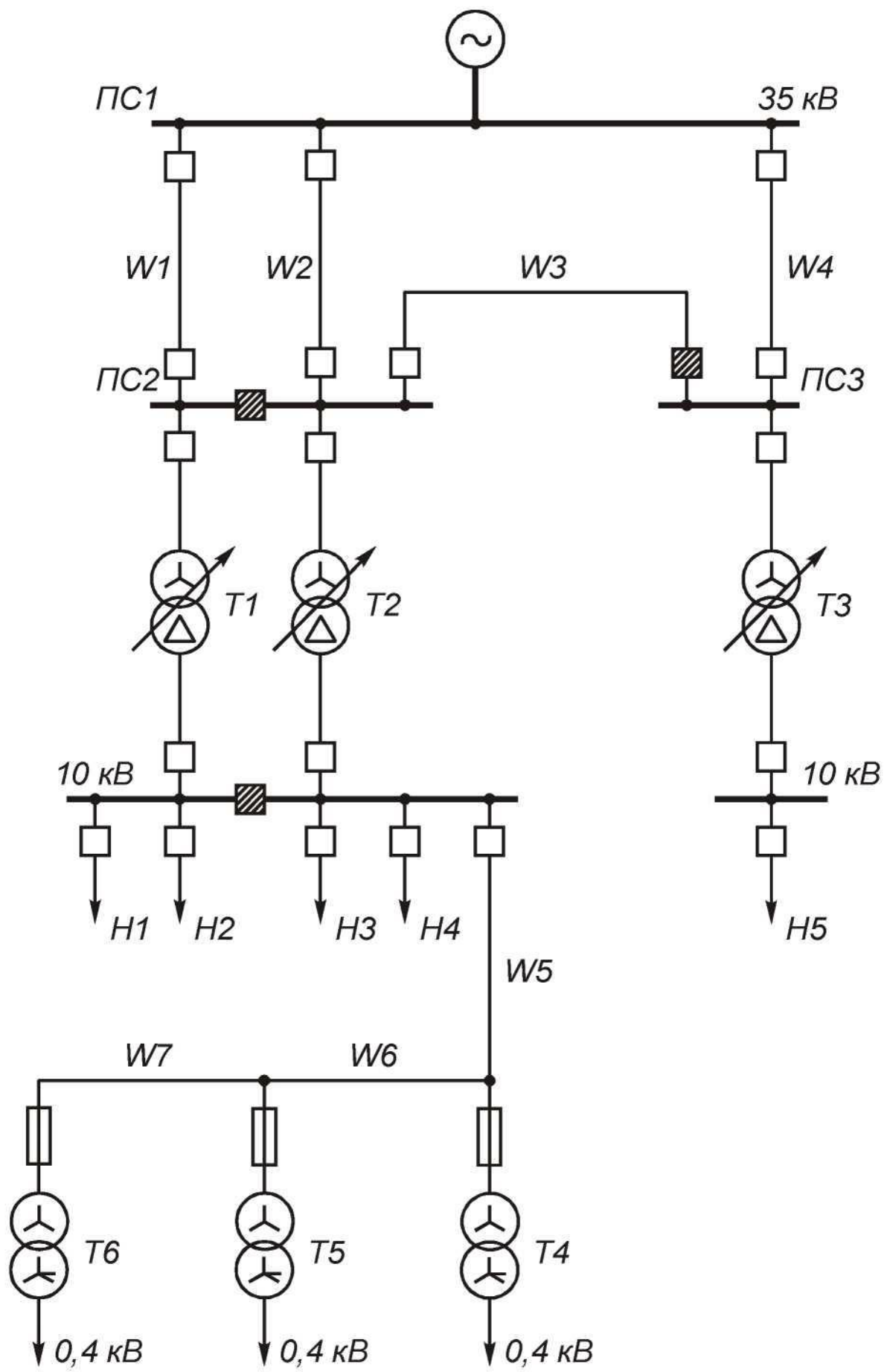


Рис. 1.6. Участок электрической сети

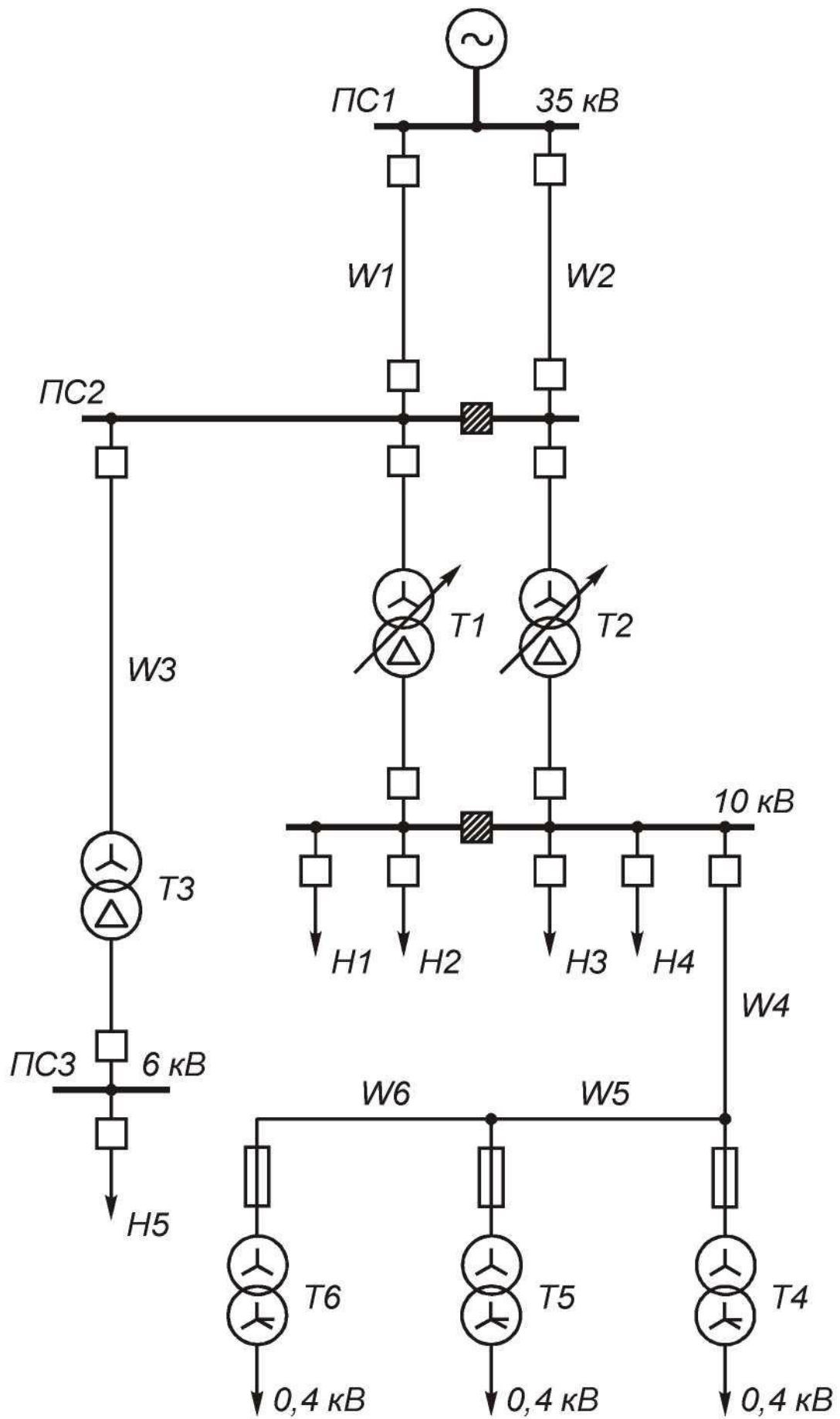


Рис. 1.7. Участок электрической сети

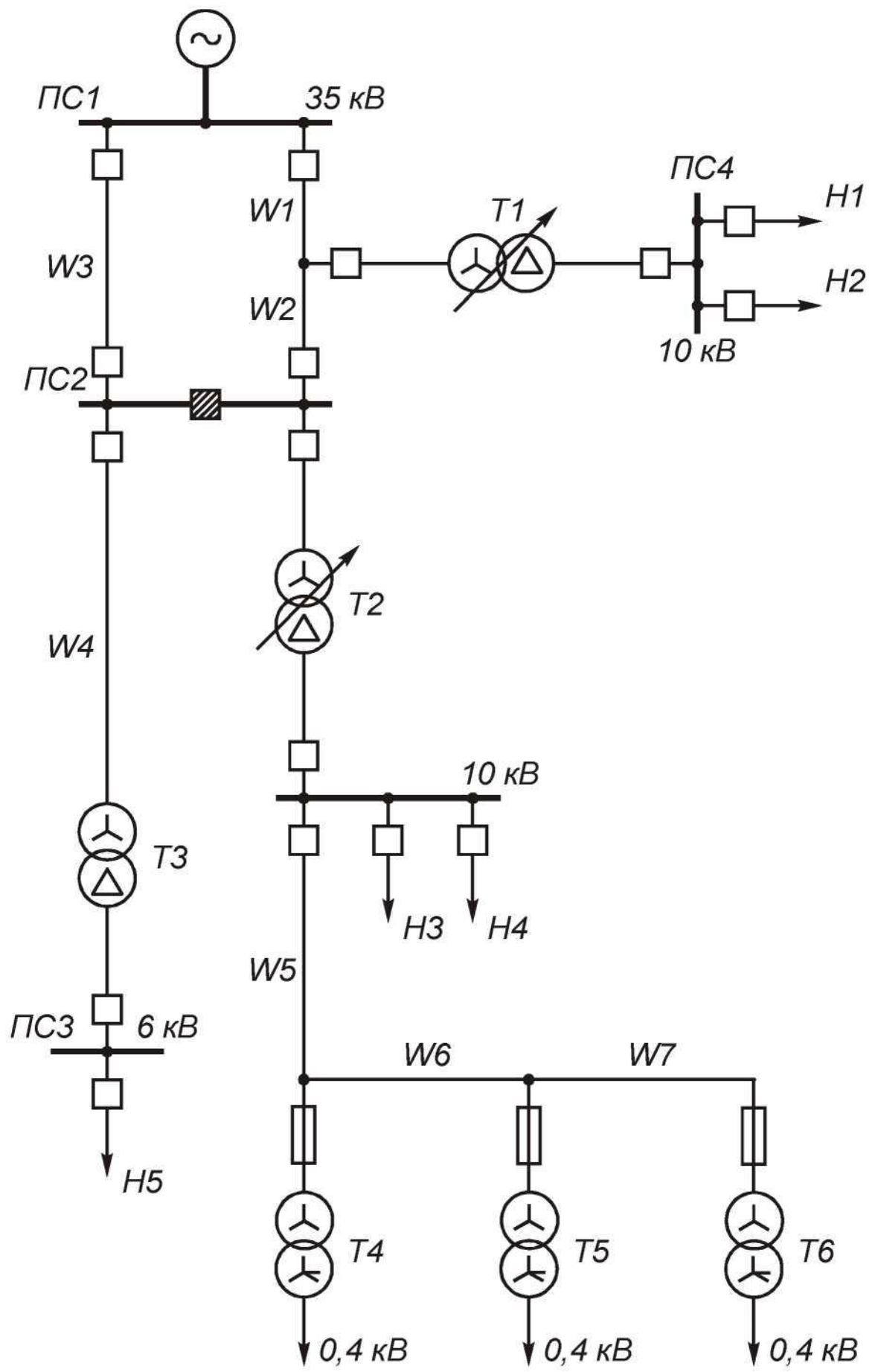


Рис. 1.8. Участок электрической сети

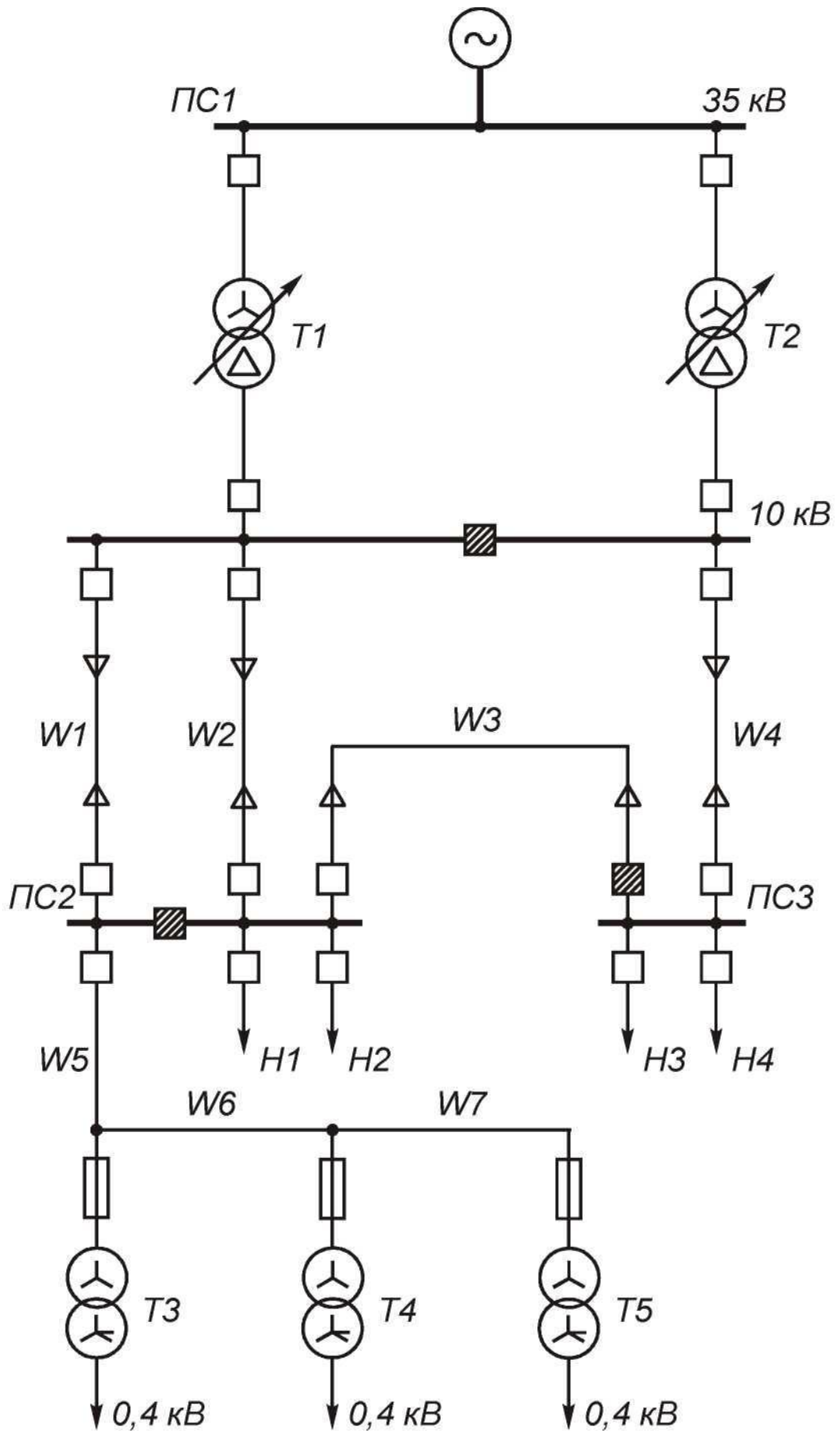


Рис. 1.9. Участок электрической сети

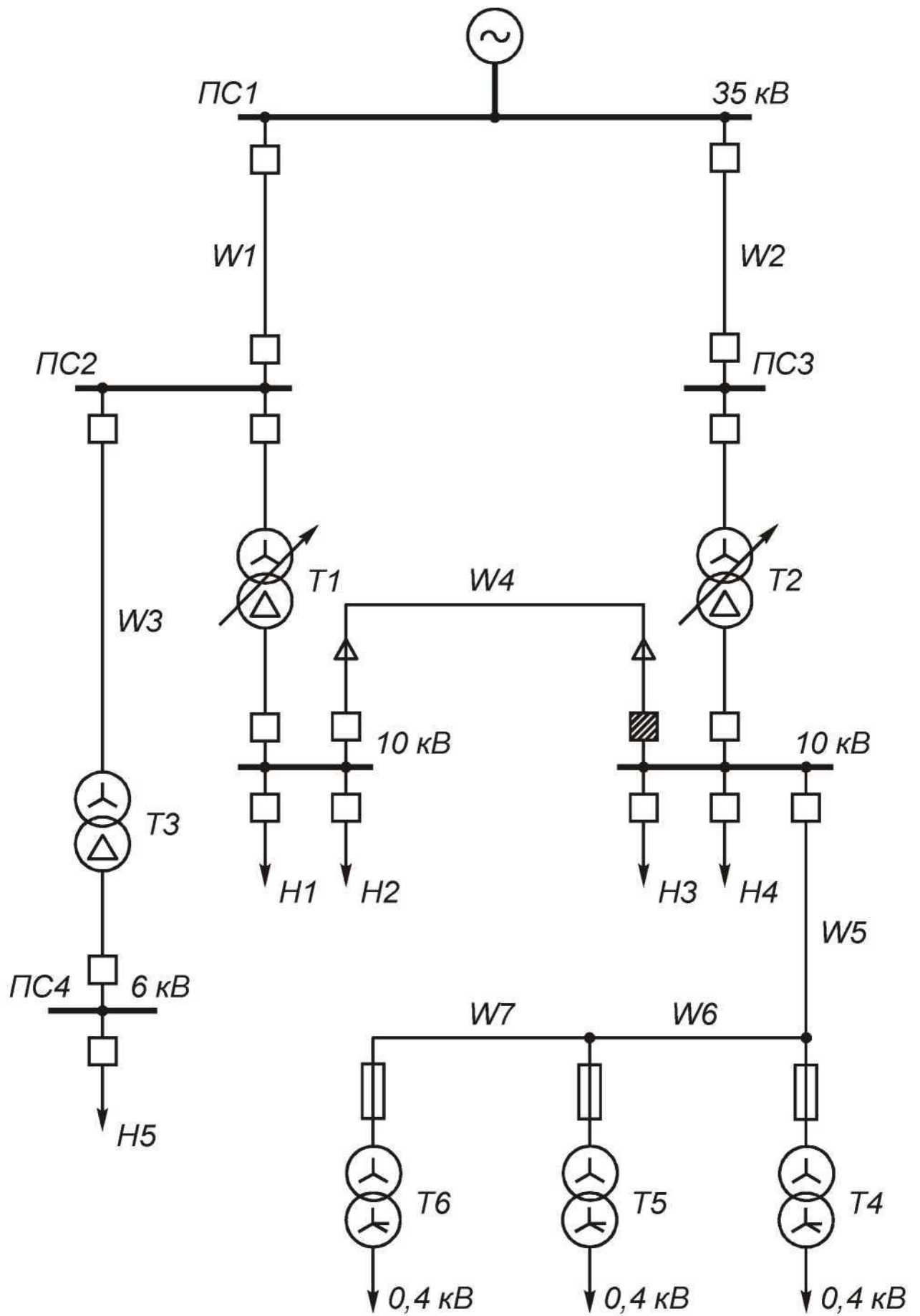


Рис. 1.10. Участок электрической сети

Пример выполнения задания №2

Для представленной схемы системы электроснабжения выполним подбор сечения и марки представленных ВЛ w1- w8.

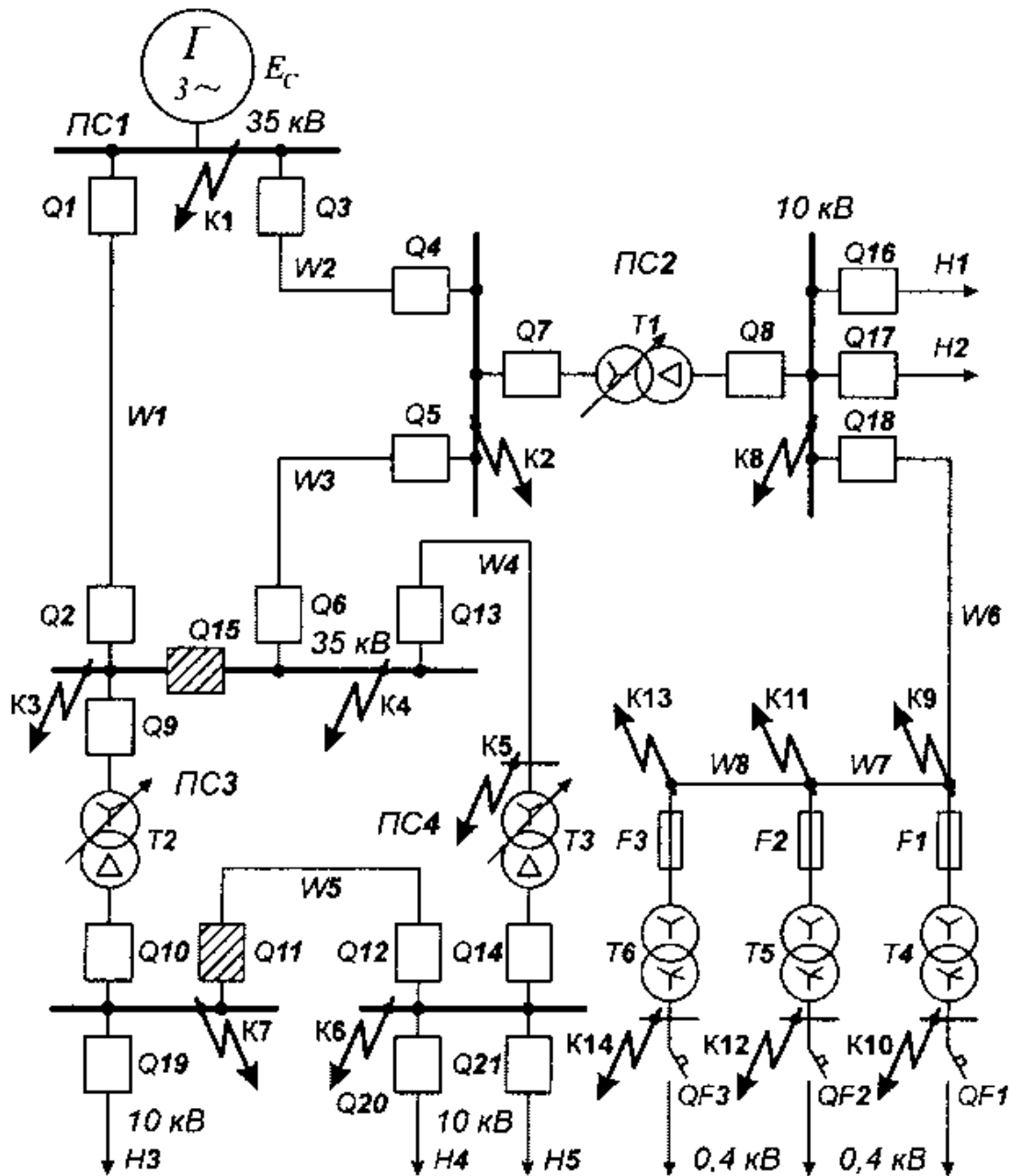


Рис. 1. Схема системы электроснабжения

В простейшем случае выбор сечений проводов и кабелей производится с использованием таблицы экономической плотности тока и формулы

$$F_p = I_{\text{рабmax}} / j_{\text{ЭК}} ,$$

где $I_{\text{рабmax}}$ – расчетный ток линии, А; $j_{\text{ЭК}}$ — рекомендуемая экономическая плотность тока, А/мм². Выбирается ближайшее стандартное сечение, превышающее результат расчета.

Параметры трансформаторов приведены в табл. 1, линий – в табл. 2, нагрузок – в табл. 3.

Таблица 1

| Параметр | Значение параметра | | | | | |
|------------------------------|--------------------|----|----|------|-----|-----|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
| Мощность трансформатора, МВА | 10 | 10 | 10 | 0,63 | 0,4 | 0,4 |

Таблица 2

| Параметр | Значение параметра | | | | | | | |
|-----------------|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| | W1 | W2 | W3 | W4 | W5 | W6 | W7 | W8 |
| Длина линии, км | 8 | 7 | 4 | 3 | 4 | 6 | 4 | 4 |

Таблица 3

| Параметр | Значение параметра | | | | |
|------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| | H1 | H2 | H3 | H4 | H5 |
| Мощность нагрузки, МВА | 3 | 2,7 | 3,5 | 2,7 | 4,5 |

Максимальное значение рабочего тока в линии W1 ($I_{РАБ МАХ W1}$) определяется исходя из двух условий:

– во-первых, питание всех элементов рассматриваемой электрической сети осуществляется по линии W1 (линия W2 выведена из рабочего состояния, отключена), а секционный выключатель Q15 на подстанции № 3 включен;

– во-вторых, все трансформаторы 35/10 кВ работают с номинальной нагрузкой.

Тогда:

$$I_{РАБ МАХ W1} = I_{НОМ T1} + I_{НОМ T2} + I_{НОМ T3},$$

где $I_{НОМ T1}$, $I_{НОМ T2}$, $I_{НОМ T3}$ – значения номинальных токов трансформаторов T1, T2, T3, соответственно $I_{НОМ T1} = S_{НОМ T1} / \sqrt{3} U_{НОМ ВН}$; $I_{НОМ T2} = S_{НОМ T2} / \sqrt{3} U_{НОМ ВН}$; $I_{НОМ T3} = S_{НОМ T3} / \sqrt{3} U_{НОМ ВН}$; $S_{НОМ T1}$; $S_{НОМ T2}$; $S_{НОМ T3}$ и $U_{НОМ ВН}$ – значения номинальных мощностей и напряжения обмоток ВН трансформаторов соответственно ($U_{НОМ ВН} = 35$ кВ).

При заданных значениях величин (учитывая, что T1, T2, T3 имеют одинаковые номинальные мощности и их номинальные токи равны) будем иметь:

$$I_{РАБ МАХ W1} = 3 \cdot S_{НОМ T1} / \sqrt{3} \cdot U_{НОМ ВН} = 3 \cdot (10000 / (\sqrt{3} \cdot 35)) = 3 \cdot 165 \text{ А} = 495 \text{ А}.$$

Максимальное значение тока в другой головной линии W2 ($I_{РАБ МАХ W2}$) определяется исходя из аналогичных условий, но когда питание всех трансформаторов 35/10 кВ осуществляется по линии W2.

При этом

$$I_{\text{РАБ МАХ W2}} = I_{\text{РАБ МАХ W1}} = 495 \text{ А.}$$

Если в этих же условиях выведена из рабочего состояния линия W1 и питание трансформаторов T2 и T3 осуществляется по линии W3, будем иметь максимальное значение рабочего тока в линии W3:

$$I_{\text{РАБ МАХ W3}} = I_{\text{НОМ T2}} + I_{\text{НОМ T3}} = 2 \cdot (10\,000 / (\sqrt{3} \cdot 35)) = 330 \text{ А.}$$

Линия W4 и трансформатор T3 образуют блок линия–трансформатор, так как представляют собой единый объект электрической сети и управляются одним общим выключателем Q1. Максимальный рабочий ток в линии W4 – это максимальный рабочий ток трансформатора T3:

$$I_{\text{РАБ МАХ W4}} = k_{\text{ПЕР}} I_{\text{НОМ T3}},$$

где $k_{\text{ПЕР}}$ – коэффициент допустимой перегрузки (для большинства отечественных трансформаторов допускается перегрузка до 40 % номинальной мощности, поэтому можно принять $k_{\text{ПЕР}} = 1,4$).

$$I_{\text{РАБ МАХ W4}} = 1,4 \cdot 165 = 231 \text{ А.}$$

Максимальный рабочий ток в линии 10 кВ W6 возникает при номинальных нагрузках трансформаторов T4, T5, T6 с номинальным ВН 10 кВ:

$$\begin{aligned} I_{\text{РАБ МАХ W6}} &= I_{\text{НОМ T4}} + I_{\text{НОМ T5}} + I_{\text{НОМ T6}} = \\ &= 630 / (\sqrt{3} \cdot 10) + 2 \cdot (400 / (\sqrt{3} \cdot 10)) = 82,6 \text{ А.} \end{aligned}$$

Максимальный рабочий ток в линии W5 соответствует режиму передачи по ней наибольшей мощности. Этот режим возникает при отключенном блоке линия–трансформатор W4–T3 и питании подстанции W4 по линии W5 от шин 10 кВ подстанции № 3. Тогда:

$$\begin{aligned} I_{\text{РАБ МАХ W5}} &= S_{\text{Н4}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}) + S_{\text{Н5}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}) = \\ &= 2700 / (\sqrt{3} \cdot 10) + 4500 / (\sqrt{3} \cdot 10) = 416,1 \text{ А,} \end{aligned}$$

где $S_{\text{Н4}}$ и $S_{\text{Н5}}$ – полная максимальная мощность нагрузок Н4 и Н5 соответственно.

Согласно ПУЭ примем экономическую плотность тока для неизолированных алюминиевых проводов 1,1 А/мм².

Тогда для линии w1 определим расчетное сечение:

$$F_{\text{pw1}} = \frac{I_{\text{раб max w1}}}{j_{\text{эк}}} = \frac{495 \text{ А}}{1,1 \text{ А / мм}^2} = 450 \text{ мм}^2$$

Согласно существующим ГОСТам принимаем наибольшее близкое стандартное сечение и марку провода. Выбираем АС-185 сечением 450 мм².

Аналогичным образом осуществляется подбор марок и сечений остальных

Экономическая плотность тока

| Проводники | Экономическая плотность тока, А/мм ² , при числе часов использования максимума | | |
|--|---|--------------------|------------|
| | более 1000 до 3000 | более 3000 до 5000 | более 5000 |
| Неизолированные провода и шины: | | | |
| медные | 2,5 | 2,1 | 1,8 |
| алюминиевые | 1,3 | 1,1 | 1,0 |
| Кабели с бумажной и провода с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с жилами: | | | |
| медные | 3,0 | 2,5 | 2,0 |
| алюминиевые | 1,6 | 1,4 | 1,2 |
| Кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией с жилами: | | | |
| медные | 3,5 | 3,1 | 2,7 |
| алюминиевые | 1,9 | 1,7 | 1,6 |