

**ВУЗ**

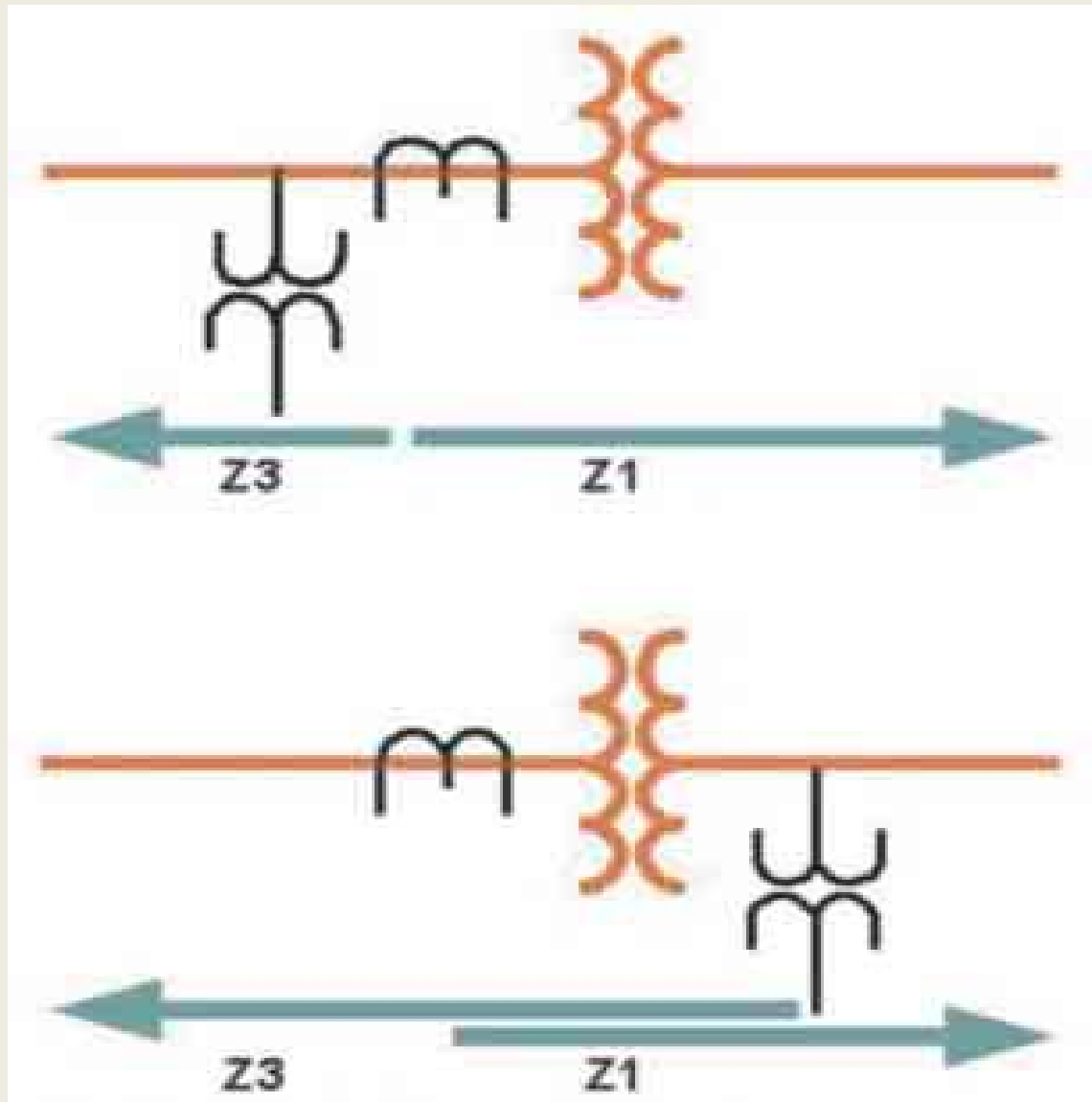
**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
**на тему:**  
**«»**

**Выполнил: Кафтаев Рустам**  
**Рашитович**  
**Группа: ИБ161561**  
**Научный руководитель:**  
**Свистунов Николай Андреевич**

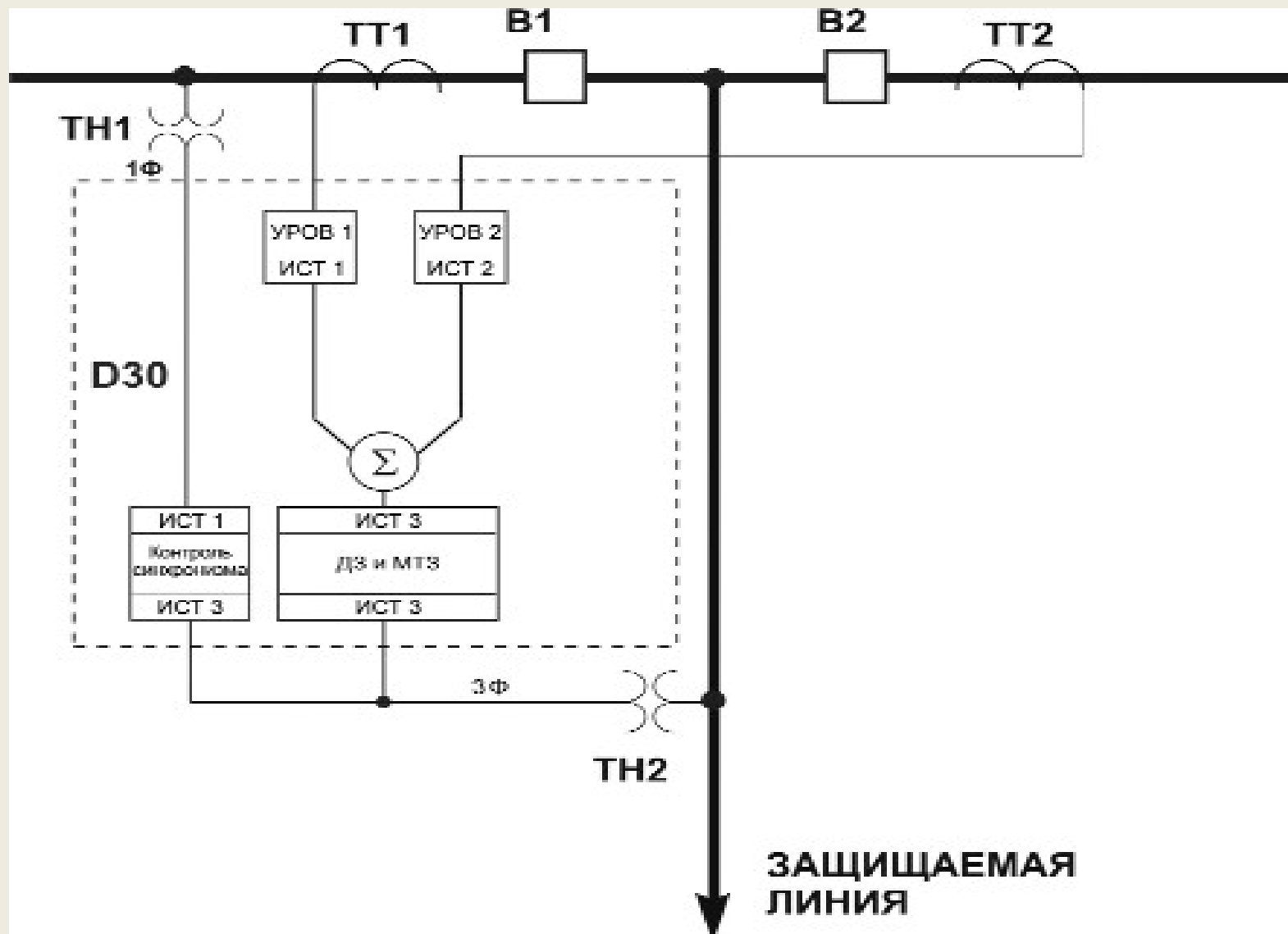
# Актуальность

**Актуальность** темы обусловлена тем фактом, что любой жилой район требует наличия энергоресурсов. Система энергоснабжения состоит из энергопотребляющих, трансформаторных и генераторных установок, связанных с сетями энергоснабжения района, а также сетей и распределительных устройств.

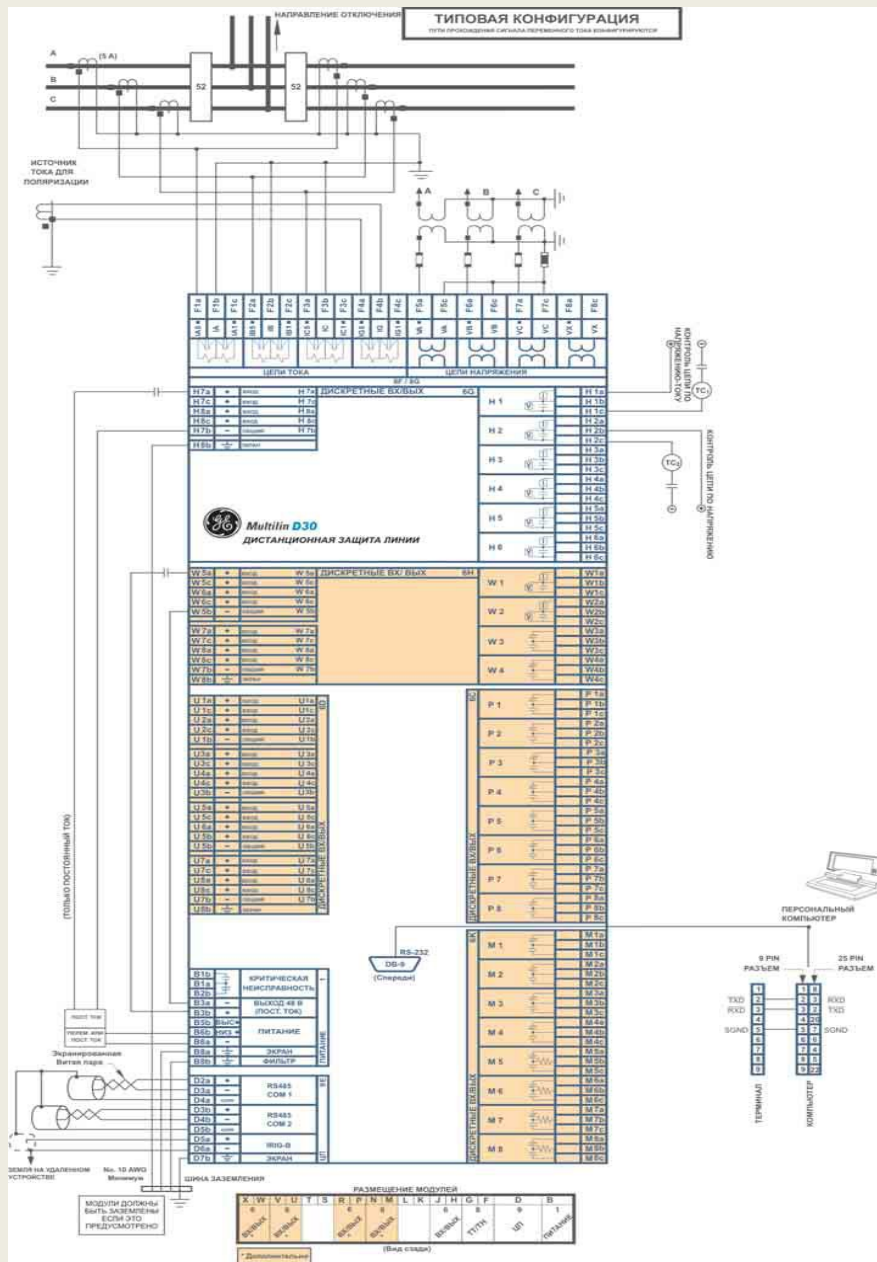
# Направление I ступени ДЗ сквозь трансформатор



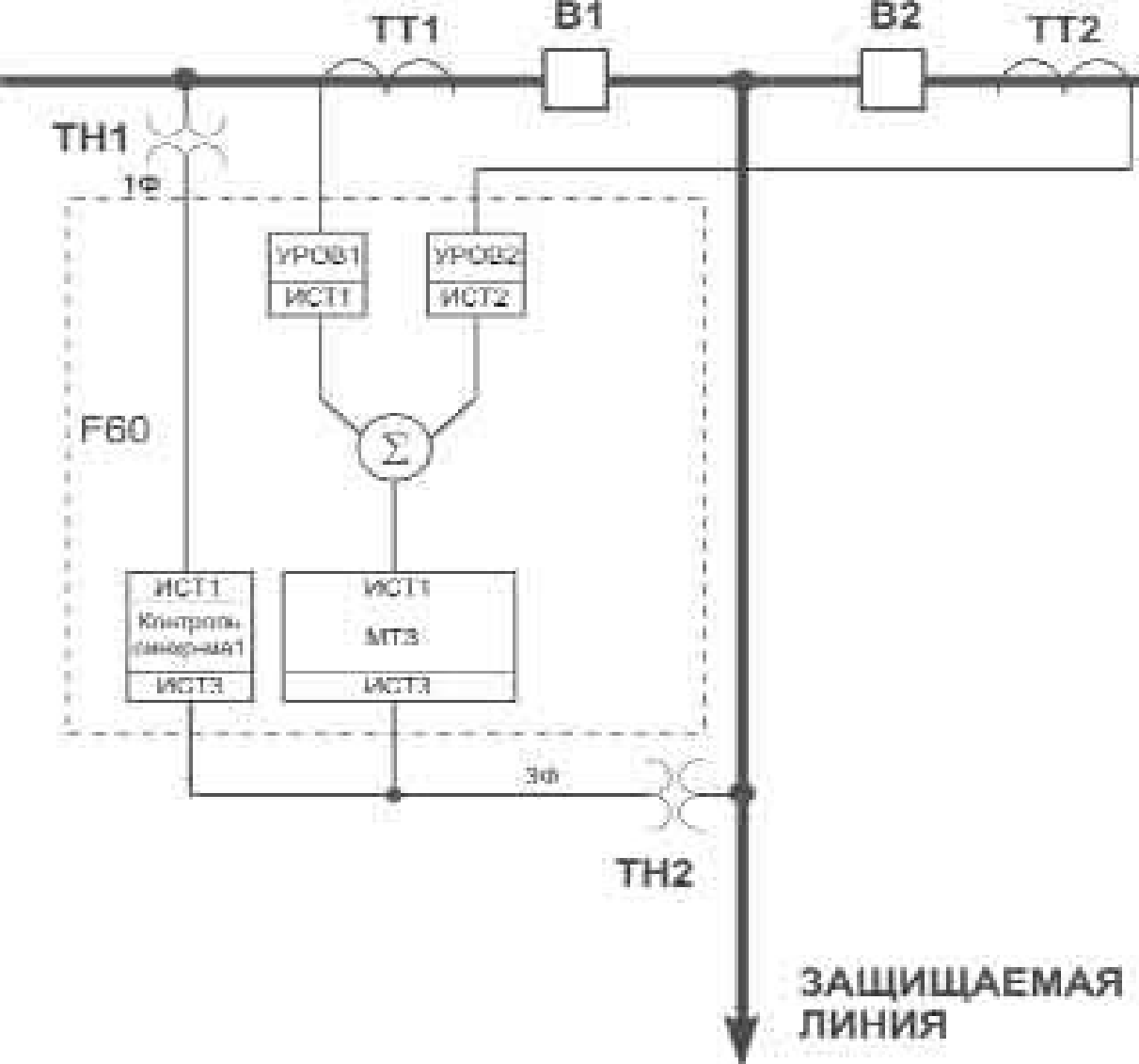
# Пример применения терминала D30 для схемы "Полтора выключателя на присоединение"



## Типовая схема подключения



## Пример применения устройства F60 в схеме полтора выключателя на присоединение

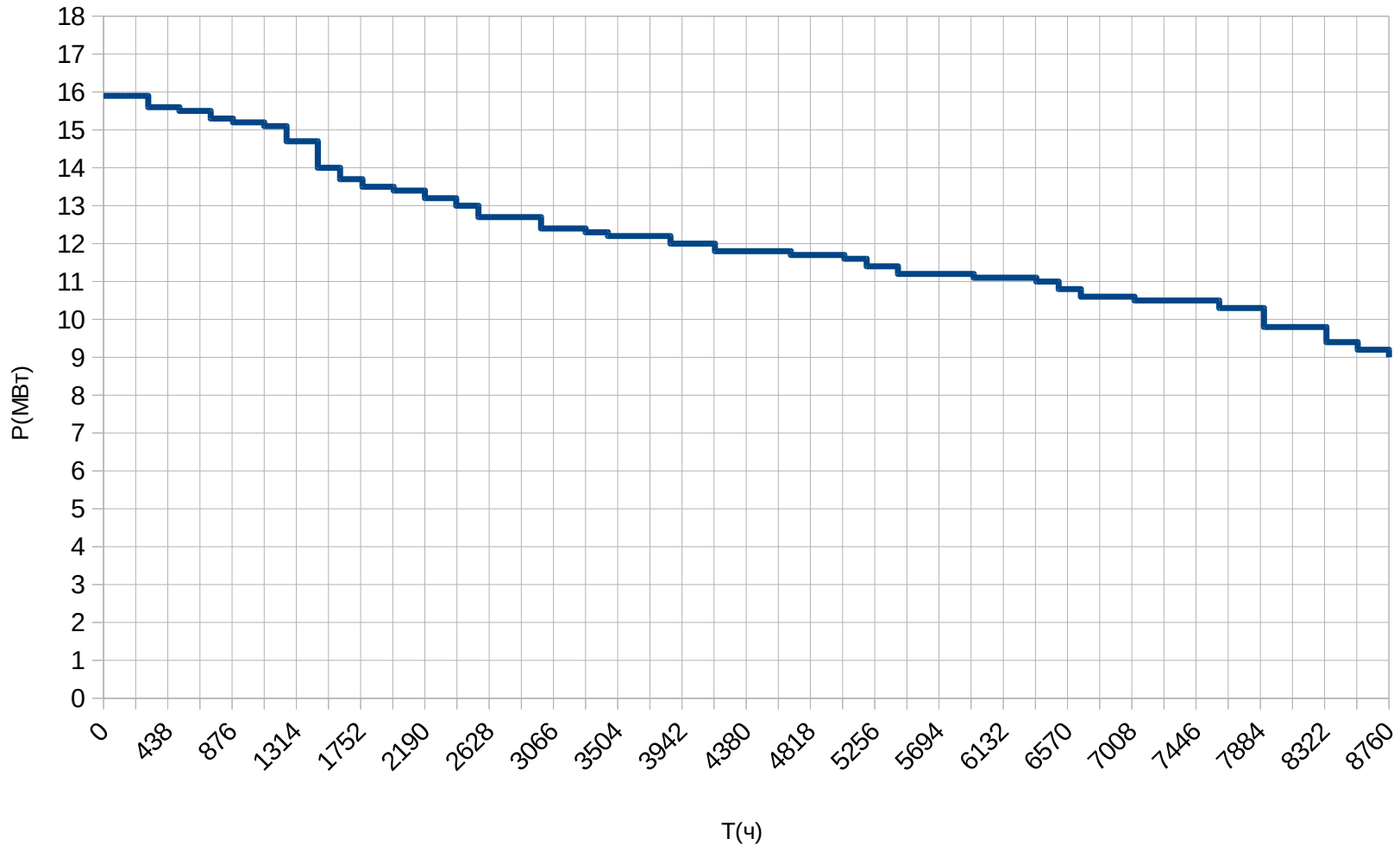


# Суммарные электрические нагрузки потребителей, подключенных к подстанции в зимний и летний периоды

| Часы суток | Зимний период |       |       | Летний период |       |       |
|------------|---------------|-------|-------|---------------|-------|-------|
|            | $P_n$         | $Q_n$ | $S_n$ | $P_n$         | $Q_n$ | $S_n$ |
|            | МВт           | МВАр  | МВА   | МВт           | МВАр  | МВА   |
| 0          | 11,0          | 7,3   | 13,2  | 11,1          | 7,5   | 13,4  |
| 1          | 10,3          | 6,9   | 12,4  | 10,6          | 7,1   | 12,8  |
| 2          | 9,4           | 6,3   | 11,3  | 10,5          | 7,0   | 12,6  |
| 3          | 9,4           | 6,3   | 11,3  | 10,3          | 6,9   | 12,4  |
| 4          | 9,0           | 6,0   | 10,8  | 9,8           | 6,6   | 11,8  |
| 5          | 9,2           | 6,1   | 11,0  | 9,8           | 6,6   | 11,8  |
| 6          | 10,3          | 6,8   | 12,4  | 10,8          | 7,2   | 13,0  |
| 7          | 10,5          | 6,9   | 12,6  | 11,6          | 7,8   | 14,0  |
| 8          | 12,4          | 8,3   | 14,9  | 12,2          | 8,2   | 14,7  |
| 9          | 13,0          | 8,7   | 15,6  | 13,5          | 9,1   | 16,2  |
| 10         | 13,2          | 8,9   | 15,9  | 12,7          | 8,5   | 15,2  |
| 11         | 11,6          | 7,8   | 14,0  | 11,7          | 7,9   | 14,1  |
| 12         | 11,1          | 7,5   | 13,4  | 11,4          | 7,6   | 13,7  |
| 13         | 12,0          | 8,0   | 14,4  | 12,3          | 8,3   | 14,8  |
| 14         | 12,4          | 8,3   | 14,9  | 12,3          | 8,3   | 14,8  |
| 15         | 11,7          | 7,9   | 14,1  | 11,7          | 7,9   | 14,1  |
| 16         | 12,0          | 8,1   | 14,5  | 11,8          | 7,9   | 14,2  |
| 17         | 11,2          | 7,5   | 13,5  | 11,8          | 7,9   | 14,2  |
| 18         | 15,5          | 10,2  | 18,6  | 15,9          | 10,5  | 19,0  |
| 19         | 15,3          | 10,1  | 18,4  | 15,6          | 10,3  | 18,7  |
| 20         | 15,1          | 10,0  | 18,1  | 15,2          | 10,0  | 18,2  |
| 21         | 14,0          | 9,3   | 16,8  | 14,7          | 9,7   | 17,6  |
| 22         | 13,4          | 8,9   | 16,1  | 13,7          | 9,1   | 16,5  |
| 23         | 11,0          | 7,3   | 13,2  | 11,1          | 7,5   | 13,4  |

# Суммарный годовой график нагрузок по продолжительности

Годовой график суммарных электрических нагрузок по продолжительности



# Параметры выбранных трансформаторов

| Марка трансформатора | $S_n$ ,<br>МВ<br>А | $U_{BH}$ ,<br>кВ | $U_{HH}$ ,<br>кВ | $U_k$ ,<br>% | $\Delta P_k$ ,<br>кВт | $\Delta P_x$ ,<br>кВт | $I_x$ , % | R,<br>Ом | X,<br>Ом | $\Delta Q_x$ ,<br>кВт |
|----------------------|--------------------|------------------|------------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------|----------|----------|-----------------------|
| 1                    | 2                  | 3                | 4                | 5            | 6                     | 7                     | 8         | 9        | 10       | 11                    |
| ТДН<br>16000/110     | 16                 | 115              | 11               | 10,5         | 85                    | 19                    | 0,7       | 4,38     | 86,7     | 112                   |

## Разъединитель

| Тип            | Uном, кВ | Iном, А | iуд, кА | Iпт, кА | Тип привода |
|----------------|----------|---------|---------|---------|-------------|
| РВРЗ-Ш-10/2000 | 10       | 2000    | 85      | 31,5    | ПР-ЗУЗ      |

## Вводные выключатели

| Тип              | Uном, кВ | Iном, А | iуд, кА | Iпт, кА |
|------------------|----------|---------|---------|---------|
| ВБЭ-10-31,5/1600 | 10       | 1600    | 85      | 31,5    |

## Выключатели отходящих линий 10 кВ

| Тип             | Uном, кВ | Iном, А | iуд, кА | Iпт, кА |
|-----------------|----------|---------|---------|---------|
| ВБЭ-10-31,5/630 | 10       | 630     | 80      | 31,5    |

# Потребляемая мощность приборов, подключенных к трансформатору напряжения

| № | Наименование прибора       | Потребляемая мощность одного катушки | Число катушек в приборе | Число приборов | cos φ | Потребляемая активная мощность (P) | Потребляемая реактивная Мощность (Q) |
|---|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------------------|
|   |                            | ВА                                   | шт                      | шт             |       | Вт                                 | вар                                  |
| 1 | Вольтметр                  | 2                                    | 1                       | 1              | 1     | 2                                  | -                                    |
| 2 | Варметр                    | 1,5                                  | 2                       | 1              | 1     | 3                                  | -                                    |
| 3 | Ваттметр                   | 1,5                                  | 2                       | 1              | 1     | 3                                  | -                                    |
| 4 | Счетчик активной энергии   | 2                                    | 2                       | 1              | 0,38  | 4                                  | 9,7                                  |
| 5 | Счетчик реактивной энергии | 3                                    | 2                       | 1              | 0,38  | 6                                  | 14,5                                 |
|   | Итого                      |                                      |                         |                |       |                                    |                                      |

# Параметры ограничителей

| Тип ОПН        | Класс напряжения, кВ | Наибольшее допустимое напр., кВ | Масса не более, кг | Внешний диаметр, мм | Высота, мм |
|----------------|----------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------|------------|
| ОПН-У<br>УХЛ 1 | 110                  | 73                              | 30                 | 225                 | 1200       |
| ОПН-Т<br>УХЛ 1 | 10                   | 12,7                            | 3,0                | 115                 | 185        |

# Электрические нагрузки собственных нужд подстанции

| № | Наименование потребителя                             | Количество/<br>установленная<br>мощность<br>потребителя | cosφ | Потребляемая общая<br>мощность |      |
|---|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------|--------------------------------|------|
|   |                                                      |                                                         |      | P                              | Q    |
|   |                                                      | шт/кВт                                                  |      | кВт                            | кВар |
| 1 | Охлаждение трансформаторов                           | 2/8,8                                                   | 0,85 | 17,6                           | 15   |
| 2 | Обогрев приводов отделителей<br>и короткозамыкателей | 2/1,1                                                   | -    | 2,2                            |      |
| 3 | Наружное освещение                                   | 1,5                                                     | -    | 1,5                            |      |
| 4 | Освещение КРУН-10 кВ                                 | 0,4                                                     | -    | 0,4                            |      |
| 5 | Обогрев отсеков выключателей<br>КРУН-10 кВ           | 1,6                                                     | -    | 1,6                            |      |
| 6 | Обогрев релейных отсеков со<br>счетчиками КРУН-10 кВ | 0,6                                                     | -    | 0,6                            |      |
| 7 | Отопление и освещение ОПУ                            | 18,4                                                    | -    | 18,4                           |      |

# Параметры трансформатора собственных нужд

| Тип               | Номинальная мощность, кВ-А | Номинальное напряжение обмоток, кВ |     | Потери мощности, кВт |                    | Напряжение К.З., % | Ток Х.Х., % от номинального |
|-------------------|----------------------------|------------------------------------|-----|----------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------|
|                   |                            | ВН                                 | нн  | Холостой ход         | Короткое замыкание |                    |                             |
| ТМ-40/6<br>-10-65 | 40                         | 10,5                               | 0,4 | 0,18                 | 0,88               | 4,5                | 3                           |

# Режимы токов короткого замыкания

| №<br>узла | Ток короткого замыкания, А |           |
|-----------|----------------------------|-----------|
|           | max режим                  | min режим |
| 1         | 11285                      | 4771      |
| 2         | 1471                       | 1386      |
| 3         | 3214                       | 3104      |
| 4         | 5774                       | 5000      |
| 5         | 3911                       | 3387      |
| 6         | 993,72                     | 983,56    |
| 7         | 778,73                     | 772,48    |
| 8         | 1253,20                    | 1237,09   |
| 11        | 1370,01                    | 1293,29   |
| 12        | 1956,43                    | 1803,63   |
| 13        | 1223,34                    | 1161,80   |
| 14        | 1556,65                    | 1458,35   |
| 15        | 1556,65                    | 1458,35   |

# Заключение

- В данной выпускной квалификационной работе представлено проектирование питающей подстанции 110/10 кВ для электроснабжения потребителей жилого района города Москва. Подстанция обеспечивает электроэнергией группы потребителей, которые характеризуются своими графиками нагрузок.
- В выпускной квалификационной работе выбраны и проверены токоведущие части и электрическое оборудование подстанции. На низкую сторону были выбраны вакуумные выключатели, из-за их простотой конструкции, высокой степени надежности, высокой коммутационной износостойкости, малых размерах, малых эксплуатационных расходах.
- На подстанцию выбрана контрольно-измерительная аппаратура. На подстанции имеется ОПУ с панелями РЗА, аппаратурой связи, световой и звуковой сигнализацией, для дистанционного оперирования выключателями 10 кВ.
- Проектируемая подстанция соответствует требованиям Правил устройства электроустановок, Правил пожарной безопасности, Санитарных норм и правил, Строительных норм и правил и других нормативных документов.

**БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!**