

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт **Энергетический (ЭНИН)**

Направление подготовки **140211.65 «Электроснабжение»**

Кафедра **Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)**

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

| Тема работы  |
|--|
| <b>Проектирование системы электроснабжения птицефабрики «Томская» АО «Сибирская Аграрная Группа»</b> |

УДК 621.31.031:636.6.013(571.16)

Студент

| Группа | ФИО                         | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| 3-9301 | Пешкичев Николай Николаевич |         |      |

Руководитель

| Должность | ФИО          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор | Кабышев А.В. | д.ф.-м.н.                 |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Молниезащита ГПП»

| Должность | ФИО          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор | Кабышев А.В. | д.ф.-м.н.                 |         |      |

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность             | ФИО           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Кузьмина Н.Г. | Старший преподаватель     |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО             | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Амелькович Ю.А. | к.т.н.                    |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Зав. кафедрой                                    | ФИО                  | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|--|----------------------|---------------------------|---------|------|
| <b>Электроснабжение промышленных предприятий</b> | <b>Завьялов В.М.</b> | <b>д.т.н., доцент</b>     |         |      |

## РЕФЕРАТ

Дипломная выпускная работа 78 страниц, 7 рисунков, 23 таблицы.

Ключевые слова: птицефабрика, инкубатор, цех, схема электроснабжения, линия, сеть, станок, электронагрузка, оборудование, токовая защита, напряжение.

Объектом исследования приходится электрическая часть Птицефабрики "Томская".

Цель работы – проектирование схемы электроснабжения птицефабрики, выбор оборудования.

В период прохождения производственной практики на птицефабрике «Томская» был набран и изучен материал для дипломной работы.

В итоге была спроектирована схема электроснабжения птицефабрики «Томская». Было выбрано электрооборудование предприятия и произведены проверки. В процессе работы был выполнен экономический расчет капитальных затрат на сооружение эл.схемы.

Основные характеристики: схема электроснабжения фабрики включает в себя кабельные и воздушные линии электропередач.. На высокой стороне напряжения используются воздушные выключатели, на низковольтной стороне - автоматические выключатели. Воздушные ЛЭП располагаются на опорах, кабельные проложены на лотках. Схема элементарна в эксплуатации и надежна по степени бесперебойности питания. Схема готова и пригодна к эксплуатации.

От правильно спроектированной схемы электроснабжения зависит, эффективность и бесперебойный выпуск готовой продукции на производстве.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|  | с. |
|--|----|
| Введение   | 8  |
| 1 ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  | 11 |
| 2 РАСЧЕТ НАГРУЗКИ РЕМОНТНО_МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА                              | 15 |
| 3 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ ПТИЦЕФАБРИКИ                              | 23 |
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ СРЕДНЕЙ ПОЛУЧЕСАВОЙ НАГРУЗКИ                      | 24 |
| ВЫБОР ТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ ЦЕХОВ  | 33 |
| ТРАНСФОРМАТОРЫ ОРУ ГПП   | 38 |
| ВЫБОР СЕЧЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ, ПИТАЮЩАЯ ГЛАВНУЮ ПОНИЗИТЕЛЬНУЮ ГПП          | 41 |
| ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ФАБРИКИ | 42 |
| ТОКИ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ В СЕТИ 10кВ                                       | 48 |
| 4 ВЫБОР ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ  | 52 |
| ВЫБОР РАЗЪЕДИНИТЕЛЕЙ И ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ НА ВЫСОКОЙ И НИЗКОЙ СТОРОНЕ            | 53 |
| ВЫБОР ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА НА ВЫСОКОЙ И НИЗКОЙ СТОРОНЕ                     | 55 |
| ВЫБОР ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ НА ВН И НН                                | 57 |
| 5 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ РАСМАТРИВАЕМОГО ЦЕХА                                    | 61 |
| ВЫБОР АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ И СЕЧЕНИЯ ЛИНИЙ                          | 62 |
| ЭПЮРА НАПРЯЖЕНИЯ   | 70 |
| ТОКИ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ В СЕТИ НИЖЕ 1кВ                                   | 74 |
| КАРТА СЕЛЕКТИВНОСТИ  | 77 |

## **ВВЕДЕНИЕ**

Целью дипломной работы стоит проектирование системы электроснабжения ремонтно-механического цеха Птицефабрики "Томская", используя при расчетах реальные данные фабрики (генплан птицефабрики, план рассматриваемого цеха, сведения о электрических нагрузках ЭП), детально проработать систему электроснабжения ЭП в помещении рассматриваемого цеха, отметить выводы.

Птицефабрика «Томская» основана в 1978 году, для выращивания птицы яичной породы. В то время птицефабрика считалась самой крупной в области, и снабжала всю Томскую область и соседние регионы диетическим яйцом.

За многие годы существования предприятие поменяло много направлений по выращиванию птицы. В 2010 году птицефабрика была обанкрочена, и деятельность была приостановлена почти на один год.

В июне 2011 года птицефабрика «Томская» вошла в состав группы компаний «Сибирская Аграрная Группа». В течении двух месяцев был набран основной штат специалистов и рабочих, из прежних сотрудников птицефабрики. 35 корпусов напольного содержания птицы возобновили свою работу, поголовье составило к концу года 900 тыс. бройлеров.

В октябре 2011 года стартовала масштабная реконструкция птичников. Начался монтаж оборудования для клеточного содержания бройлеров с автоматической системой кормления, пометоудаления, и выгрузки птицы на убой, а также светодиодным освещением в каждой клетке. Это позволило предприятию втрое увеличить количество бройлеров, содержащихся в каждом корпусе, и увеличить производство мяса.

В 2012 году полностью закончилась реконструкция всех корпусов с клеточным содержанием птицы, поголовье увеличилось до 1,7 млн. голов бройлеров. Построен и запущен в эксплуатацию новый инкубатор, мощностью 22 млн. инкубационного яйца в год. Новый инкубатор оснащен самым современным бельгийским оборудованием, позволяющим значительно увеличить вывод цыплят, при этом снижая энергозатраты и трудозатраты на инкубацию.

В настоящее время максимальная мощность предприятия 36 тысяч тонн бройлеров в год.

На предприятии трудоустроено 1300 человек.

# 1 ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Таблица 1.1 – Данные о степени надежности и среде фабричных помещений

| Наименование объекта                   | Число смен | Категория ЭП | Среда         |
|--|------------|--------------|---------------|
| 1 Корпуса напольного содержания птицы  | 3          | II           | Нормальная    |
| 2 Корпуса напольного содержания птицы  | 3          | II           | Нормальная    |
| 3 Корпуса напольного содержания птицы  | 3          | II           | Нормальная    |
| 4 Холодный хозяйственный склад         | 1          | III          | Нормальная    |
| 5 Корпуса напольного содержания птицы  | 3          | II           | Нормальная    |
| 6 Бригадный дом                        | 1          | III          | Нормальная    |
| 7 Корпуса напольного содержания птицы  | 3          | II           | Нормальная    |
| 8 Корпуса напольного содержания птицы  | 3          | II           | Нормальная    |
| 9 Корпус клеточного содержания птицы   | 3          | II           | Нормальная    |
| 10 Корпуса напольного содержания птицы | 3          | II           | Нормальная    |
| 11 Корпуса напольного содержания птицы | 3          | II           | Нормальная    |
| 12 Корпуса напольного содержания птицы | 3          | II           | Нормальная    |
| 13 Инкубатор                           | 3          | II           | Нормальная    |
| 14 Хозяйственное помещение             | 1          | III          | Нормальная    |
| 15 Ремонтно-механический цех           | 1          | III          | Нормальная    |
| 16 Корпус клеточного содержания птицы  | 3          | II           | Нормальная    |
| 17 Корпус клеточного содержания птицы  | 3          | II           | Нормальная    |
| 18 Корпус клеточного содержания птицы  | 3          | II           | Нормальная    |
| 19 Столовая                            | 2          | III          | Нормальная    |
| 20 Заводоуправление                    | 2          | III          | Нормальная    |
| 21 Ветеринарный блок                   | 1          | II           | Нормальная    |
| 22 Кормоцех                            | 3          | II           | Нормальная    |
| 23 Склад сухих кормов                  | 1          | III          | Нормальная    |
| 24 Склад строительных материалов       | 1          | III          | Нормальная    |
| 25 Хозяйственное помещение             | 1          | III          | Нормальная    |
| 26 Газовая котельная                   | 3          | II           | Взрывоопасная |
| 27 Насосная водоснабжения              | 3          | II           | Влажная       |
| 28 Проходная                           | 3          | III          | Нормальная    |
| 29 Весовая                             | 1          | III          | Нормальная    |
| 30 Убойный цех                         | 2          | III          | Нормальная    |

Таблица 1.2 – Данные о нагрузках ремонтно- механического цеха птицефабрики.

| Наименование                      | $P_{уст}$<br>кВт | $K_{исп}$ | $\cos\varphi$ | $tg\varphi$ | $\eta$ | $K_{пуск}$ | $I_{ном}$<br>А | $I_{пуск}$<br>А |
|-----------------------------------|------------------|-----------|---------------|-------------|--------|------------|----------------|-----------------|
| 1                                 | 2                | 3         | 4             | 5           | 6      | 7          | 8              | 9               |
| 1 Подъемник ворот                 | 5,2              | 0,10      | 0,45          | 1,98        | 0,89   | 5          | 19,7           | 98,6            |
| 2 Подъемник ворот                 | 5,2              | 0,10      | 0,45          | 1,98        | 0,89   | 5          | 19,7           | 98,6            |
| 3 Тепловентилятор                 | 7,3              | 0,75      | 0,80          | 0,75        | 0,89   | 7          | 15,6           | 109,0           |
| 4 Кран-балка ПВ=25%               | 34,0             | 0,05      | 0,50          | 1,73        | 0,89   | 5          | 116,1          | 580,4           |
| 5 Кран-балка ПВ=25%               | 34,0             | 0,05      | 0,50          | 1,73        | 0,89   | 5          | 116,1          | 580,4           |
| 6 Вытяж'ная вентиляция            | 12,0             | 0,75      | 0,80          | 0,75        | 0,89   | 7          | 25,6           | 179,2           |
| 7 Пресс-ножницы                   | 9,0              | 0,25      | 0,65          | 1,17        | 0,89   | 5          | 23,6           | 118,2           |
| 8 Компрессор                      | 18,8             | 0,65      | 0,80          | 0,75        | 0,89   | 5          | 40,1           | 200,6           |
| 9 Печь                            | 25,0             | 0,80      | 0,95          | 0,33        | 0,95   | –          | 42,1           | –               |
| 10 Сушильный шкаф                 | 21,0             | 0,80      | 0,95          | 0,33        | 0,95   | –          | 35,4           | –               |
| 11 Отрезной стонок                | 24,0             | 0,19      | 0,65          | 1,17        | 0,88   | 5          | 63,0           | 325,2           |
| 12 Фрезирный станок               | 19,5             | 0,18      | 0,65          | 1,17        | 0,89   | 5          | 51,0           | 254,8           |
| 13 Токарный станок                | 17,9             | 0,19      | 0,65          | 1,18        | 0,88   | 5          | 47,0           | 235,1           |
| 14 Наждачный станок               | 4,2              | 0,18      | 0,65          | 1,17        | 0,89   | 5          | 11,0           | 55,2            |
| 15 Трубогибочный станок           | 15,0             | 0,18      | 0,65          | 1,17        | 0,89   | 5          | 39,4           | 197,0           |
| 16 Подъемник ворот                | 5,2              | 0,10      | 0,45          | 1,98        | 0,89   | 5          | 19,7           | 98,6            |
| 17 Тепловентилятор                | 7,3              | 0,75      | 0,80          | 0,75        | 0,89   | 7          | 15,6           | 109,0           |
| 18 Кран-балка ПВ=25%              | 34,0             | 0,05      | 0,50          | 1,73        | 0,89   | 5          | 116,1          | 580,4           |
| 19 Сварочный агрегат ПВ=60%       | 44,0             | 0,30      | 0,60          | 1,33        | 0,98   | 3          | 113,7          | 341,1           |
| 20 Сварочный трансформатор ПВ=40% | 35,0             | 0,30      | 0,60          | 1,33        | 0,98   | 3          | 90,4           | 271,3           |
| 21 Приточная вентиляция           | 8,5              | 0,75      | 0,80          | 0,75        | 0,89   | 7          | 18,1           | 127,0           |
| 22 Свирлильный станок             | 2,8              | 0,19      | 0,60          | 1,17        | 0,98   | 5          | 7,4            | 36,8            |
| 23 Вытяжная вентиляция            | 12,0             | 0,75      | 0,80          | 0,75        | 0,89   | 7          | 25,6           | 179,2           |
| 24 Точильно-шлифовальный станок   | 5,5              | 0,18      | 0,65          | 1,17        | 0,89   | 5          | 14,4           | 72,2            |
| 25 Вертекально-свирлильный станок | 5,3              | 0,18      | 0,65          | 1,17        | 0,89   | 5          | 13,9           | 69,6            |
| 26 Пресс гидравлический           | 12,0             | 0,25      | 0,65          | 1,17        | 0,89   | 5          | 31,5           | 157,6           |
| 27 Пресс гидравлический           | 14,7             | 0,25      | 0,65          | 1,17        | 0,89   | 5          | 38,6           | 193,0           |
| 28 Приточная вентиляция           | 8,5              | 0,75      | 0,80          | 0,75        | 0,89   | 7          | 18,1           | 127,0           |
| 29 Точильно-шлифовальный станок   | 5,5              | 0,18      | 0,65          | 1,17        | 0,89   | 5          | 14,4           | 72,2            |
| 30 Консольно-фрезерный станок     | 10,0             | 0,18      | 0,65          | 1,17        | 0,89   | 5          | 26,3           | 131,3           |
| 31 Консольно-фрезерный станок     | 10,0             | 0,18      | 0,65          | 1,17        | 0,89   | 5          | 26,3           | 131,3           |
| 32 Токарно-винторезный станок     | 7,5              | 0,18      | 0,65          | 1,17        | 0,89   | 5          | 19,7           | 98,5            |
| 33 Токарно-винторезный станок     | 7,5              | 0,18      | 0,80          | 1,17        | 0,89   | 5          | 20,9           | 113,1           |
| 34 Вытяжная вентиляция            | 12,0             | 0,75      | 0,80          | 0,75        | 0,85   | 7          | 26,8           | 187,7           |

План цеха с электрооборудованием изображен на рисунке 1,1.

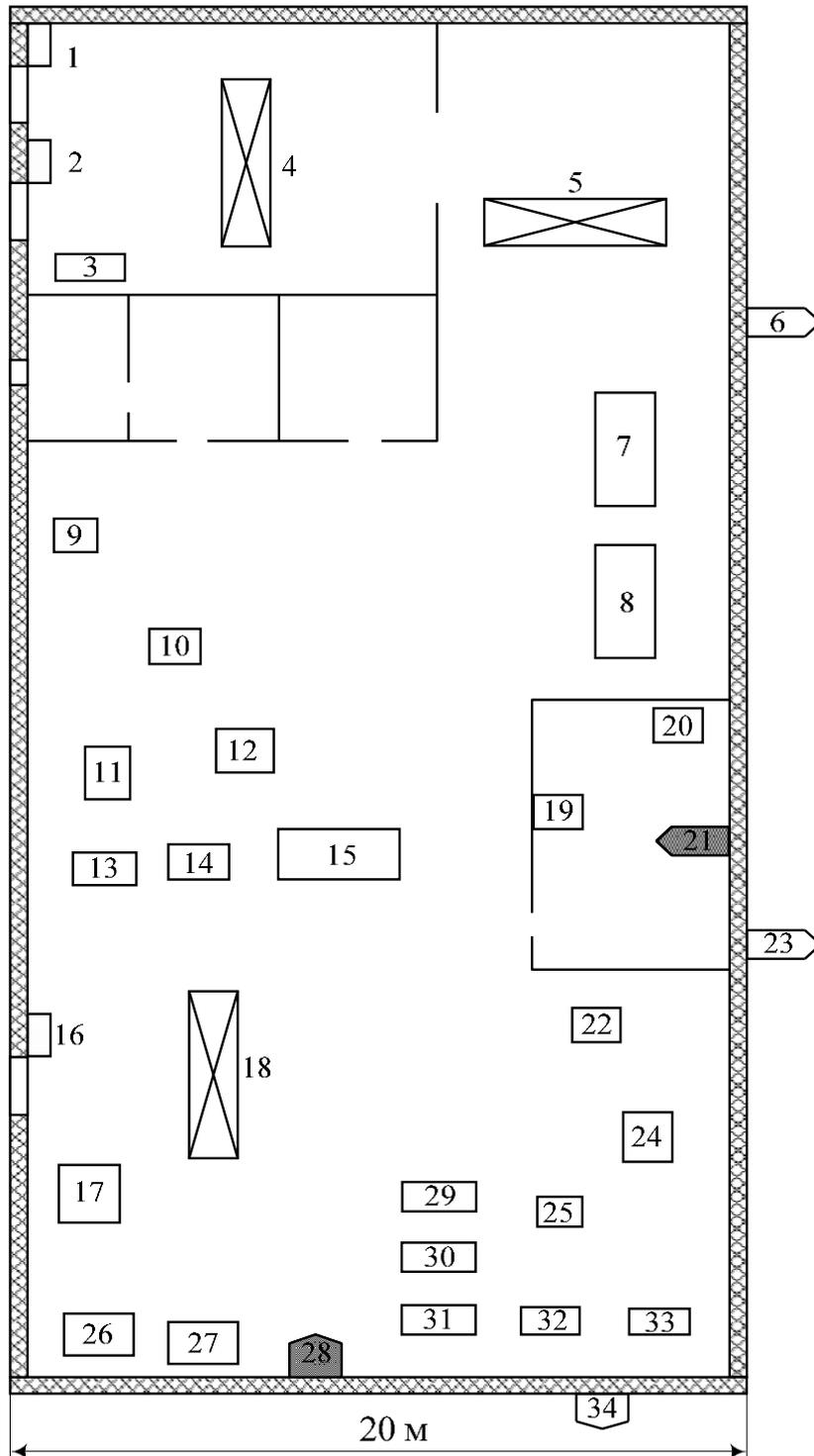


Рисунок 1.2 – План растановки ЭП в здании ремонтно- механического цеха.

## 2 РАСЧЕТ НАГРУЗКИ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

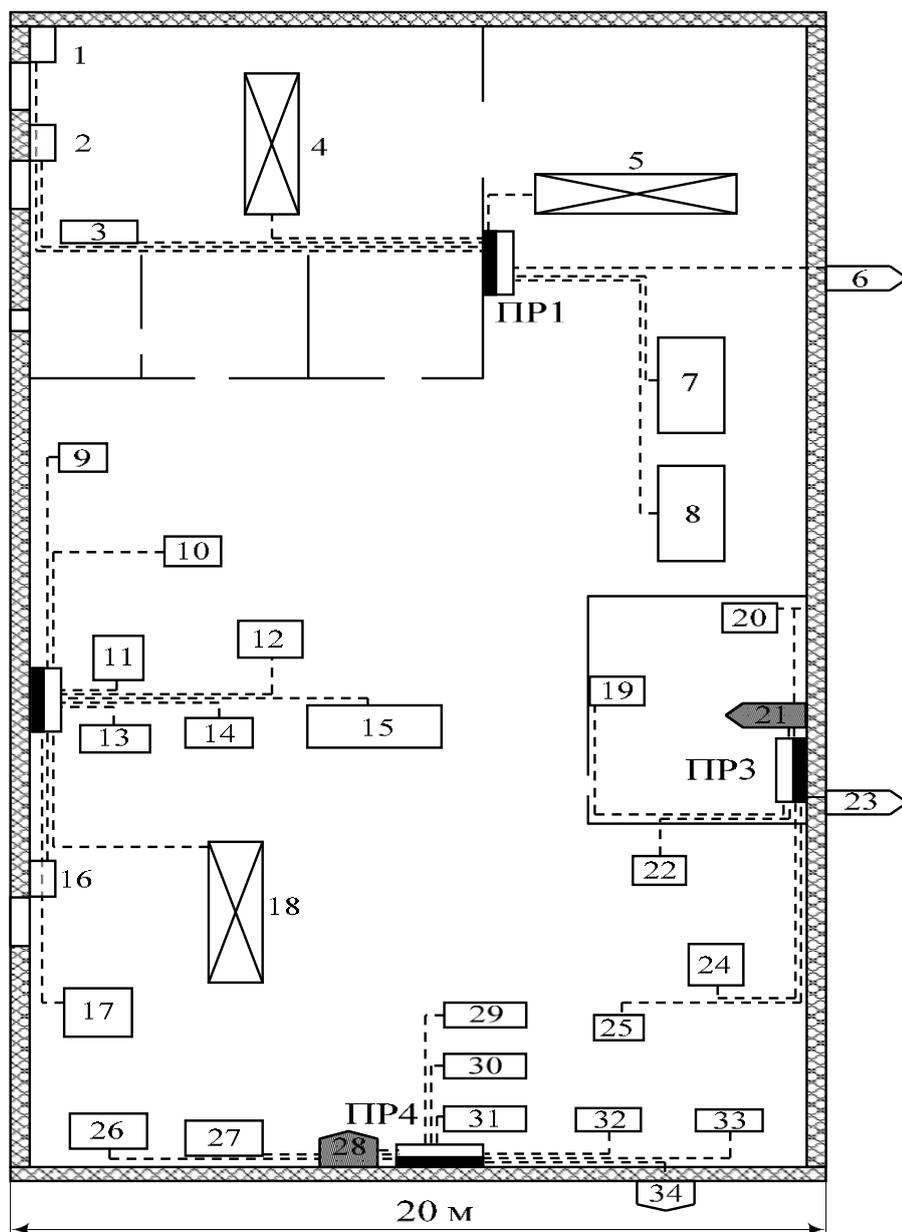


Рисунок 2.1 – Схема расположения распределительных пунктов в здании ремонтно-механического цеха

Таблица 2.1 – Расчетные нагрузки рассматриваемого цеха по пунктам питания

| Наименование ЭП распределенных по группам        | Количество ЭП n | Установленная мощность |                               | $m = P_{\text{ном.мах}}/P_{\text{ном.мин}}$ | Коэффициент использования $K_{\text{и}}$ | $\cos \varphi$ | $T_{\text{гг}}$ | Средняя нагрузка за 1 смену                               |  | Эффективное число электроприемников $n_{\text{э}}$ | Коэффициент максимума $K_{\text{м}}$ | Максимальная нагрузка                                   |  |   | $I_{\text{р}}$ , А | $I_{\text{пик}}$ , А |
|--|-----------------|------------------------|-------------------------------|---|--|----------------|-----------------|---|--|--|--------------------------------------|---|--|---|--------------------|----------------------|
|  |                 | $P_{\text{ном}}$ , кВт | $\Sigma P_{\text{ном}}$ , кВт |   |  |                |                 | $P_{\text{см}} = K_{\text{и}} \cdot P_{\text{ном}}$ , кВт | $Q_{\text{см}} = P_{\text{см}} \cdot \text{tg} \varphi$ , кВАр |  |                                      | $P_{\text{р}} = K_{\text{м}} \cdot P_{\text{см}}$ , кВт | $Q_{\text{р}} = (1 \div 1,1) \cdot Q_{\text{см}}$ , кВАр | $S_{\text{р}} = \sqrt{P_{\text{р}}^2 + Q_{\text{р}}^2}$ , кВА |                    |                      |
| 1  | 2               | 3                      | 4                             | 5   | 6  | 7              | 8               | 9   | 10   | 11   | 12                                   | 13  | 14   | 15  | 16                 | 17                   |
| Шкаф распределительный ПР-1                      |                 |                        |                               |   |  |                |                 |   |  |  |                                      |   |  |   |                    |                      |
| Электроприемники группы "А" $K_{\text{и}} < 0,6$ |                 |                        |                               |   |  |                |                 |   |  |  |                                      |   |  |   |                    |                      |
| 1 Подъемник ворот                                | 2               | 5,2 ÷ 5,2              | 10,4                          |   | 0,10                                     | 0,45           | 1,98            | 1,0   | 2,1  |  |                                      |   |  |   |                    |                      |
| 2 Кран-балка ПВ=25%                              | 2               | 17,0 ÷ 17,0            | 34,0                          |   | 0,05                                     | 0,50           | 1,73            | 1,7   | 2,9  |  |                                      |   |  |   |                    |                      |
| 3 Пресс-ножницы                                  | 1               | 9,0 ÷ 9,0              | 9,0                           |   | 0,25                                     | 0,68           | 1,17            | 2,4   | 2,6  |  |                                      |   |  |   |                    |                      |
| Итого по группе "А"                              | 5               | 5,2 ÷ 17,0             | 53,4                          | >3  | 0,09                                     | 0,55           | 1,53            | 5,0   | 7,6  | 4  | 3,34                                 | 16,6  | 8,4  | 18,6  |                    |                      |
| ЭП группы "Б" $K_{\text{и}} \geq 0,6$            |                 |                        |                               |   |  |                |                 |   |  |  |                                      |   |  |   |                    |                      |
| 4 Вентиляция, тепловентилятор                    | 2               | 7,3 ÷ 12,0             | 19,3                          |   | 0,75                                     | 0,80           | 0,75            | 14,5  | 10,9   |  |                                      |   |  |   |                    |                      |
| 5 Компрессор                                     | 1               | 18,8 ÷ 18,8            | 18,8                          |   | 0,66                                     | 0,80           | 0,75            | 12,3  | 9,2  |  |                                      |   |  |   |                    |                      |
| Итого по группе "Б"                              | 3               | 7,3 ÷ 18,8             | 38,1                          |   | 0,70                                     | 0,80           | 0,75            | 26,7  | 20,0   |  |                                      | 38,1  | 28,6   | 47,6  |                    |                      |
| Итого по ПР-1                                    | 8               | 5,2 ÷ 18,8             | 91,5                          |   | 0,35                                     | 0,75           | 0,87            | 31,7  | 27,7   |  |                                      | 54,7  | 37,0   | 66,1  | 100,4              | 675,0                |
| ПР-2   |                 |                        |                               |   |  |                |                 |   |  |  |                                      |   |  |   |                    |                      |
| ЭП группы "А" $K_{\text{и}} < 0,6$               |                 |                        |                               |   |  |                |                 |   |  |  |                                      |   |  |   |                    |                      |
| 1 Станки разные                                  | 5               | 4,2 ÷ 24,0             | 80,5                          |   | 0,18                                     | 0,65           | 1,17            | 14,5  | 16,9   |  |                                      |   |  |   |                    |                      |
| 2 Подъемник ворот                                | 1               | 5,2 ÷ 5,2              | 5,2                           |   | 0,10                                     | 0,45           | 1,98            | 0,5   | 1,0  |  |                                      |   |  |   |                    |                      |
| 3 Кран-балка ПВ=25%                              | 1               | 17,0 ÷ 17,0            | 17,0                          |   | 0,05                                     | 0,50           | 1,73            | 0,9   | 1,5  |  |                                      |   |  |   |                    |                      |
| Итого по группе "А"                              | 7               | 4,2 ÷ 24,0             | 102,7                         | >3  | 0,15                                     | 0,63           | 1,23            | 15,9  | 19,4   | 6  | 2,43                                 | 38,6  | 21,4   | 44,1  |                    |                      |

Окончание таблицы 2.1

| 1  | 2  | 3           | 4     | 5               | 6    | 7    | 8    | 9     | 10    | 11 | 12   | 13    | 14    | 15    | 16    | 17     |
|--|----|-------------|-------|-----------------|------|------|------|-------|-------|----|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| ЭП группы "Б" $K_{и} \geq 0,6$               |    |             |       |                 |      |      |      |       |       |    |      |       |       |       |       |        |
| 4 Печь, сушильный шкаф                       | 2  | 21,0 ÷ 25,0 | 46,0  |                 | 0,80 | 0,95 | 0,33 | 36,8  | 12,1  |    |      |       |       |       |       |        |
| 5 Тепловентилятор                            | 1  | 7,3 ÷ 7,3   | 7,3   |                 | 0,75 | 0,80 | 0,75 | 5,5   | 4,1   |    |      |       |       |       |       |        |
| Итого по группе "Б"                          | 3  | 7,3 ÷ 25,0  | 53,3  |                 | 0,79 | 0,93 | 0,38 | 42,3  | 16,2  |    |      | 53,3  | 20,6  | 57,1  |       |        |
| Итого по ПР-2                                | 10 | 4,2 ÷ 25,0  | 156,0 |                 | 0,37 | 0,85 | 0,61 | 58,1  | 35,6  |    |      | 91,9  | 42,0  | 101,0 | 153,5 | 728,1  |
| Шкаф распределительный ПР-3                  |    |             |       |                 |      |      |      |       |       |    |      |       |       |       |       |        |
| ЭП группы "А" $K_{и} < 0,6$                  |    |             |       |                 |      |      |      |       |       |    |      |       |       |       |       |        |
| 1 Сварочное оборудование                     | 2  | 22,1 ÷ 34,1 | 56,2  |                 | 0,30 | 0,60 | 1,33 | 16,9  | 22,5  |    |      |       |       |       |       |        |
| 2 Станки разные                              | 3  | 2,6 ÷ 5,5   | 13,8  |                 | 0,18 | 0,60 | 1,17 | 2,4   | 2,9   |    |      |       |       |       |       |        |
| Итого по группе "А"                          | 5  | 2,8 ÷ 34,1  | 69,8  | >3              | 0,28 | 0,61 | 1,31 | 19,3  | 25,3  | 3  | 2,40 | 46,4  | 27,9  | 54,1  |       |        |
| ЭП группы "Б" $K_{и} \geq 0,6$               |    |             |       |                 |      |      |      |       |       |    |      |       |       |       |       |        |
| 3 Вентеляция                                 | 2  | 8,5 ÷ 12,0  | 20,5  |                 | 0,75 | 0,80 | 0,75 | 15,4  | 11,5  |    |      |       |       |       |       |        |
| Итого по группе "Б"                          | 2  | 8,5 ÷ 12,0  | 20,5  |                 | 0,75 | 0,80 | 0,75 | 15,4  | 11,5  |    |      | 20,5  | 15,4  | 25,6  |       |        |
| Итого по ПР-3                                | 7  | 2,8 ÷ 34,1  | 90,3  |                 | 0,38 | 0,69 | 1,06 | 34,7  | 36,9  |    |      | 66,9  | 43,3  | 79,6  | 121,0 | 428,0  |
| Шкаф распределительный ПР-4                  |    |             |       |                 |      |      |      |       |       |    |      |       |       |       |       |        |
| Электроприемники группы "А" $K_{и} < 0,6$    |    |             |       |                 |      |      |      |       |       |    |      |       |       |       |       |        |
| 1 Прес гидравлический                        | 2  | 12,0 ÷ 14,7 | 26,7  |                 | 0,25 | 0,65 | 1,17 | 6,7   | 7,8   |    |      |       |       |       |       |        |
| 2 Станки разные                              | 5  | 5,5 ÷ 10,0  | 40,5  |                 | 0,18 | 0,65 | 1,17 | 7,3   | 8,5   |    |      |       |       |       |       |        |
| Итого по группе "А"                          | 7  | 5,5 ÷ 14,7  | 67,2  | <3              | 0,21 | 0,65 | 1,17 | 14,0  | 16,3  | 7  | 2,11 | 29,4  | 18,0  | 34,5  |       |        |
| Электроприемники группы "Б" $K_{и} \geq 0,6$ |    |             |       |                 |      |      |      |       |       |    |      |       |       |       |       |        |
| 3 Вентеляция                                 | 2  | 8,5 ÷ 12,0  | 20,5  |                 | 0,75 | 0,80 | 0,75 | 15,4  | 11,5  |    |      |       |       |       |       |        |
| Итого по группе "Б"                          | 2  | 8,5 ÷ 12,0  | 20,5  |                 | 0,75 | 0,80 | 0,75 | 15,4  | 11,5  |    |      | 20,5  | 15,4  | 25,6  |       |        |
| Итого по ПР-4                                | 9  | 5,5 ÷ 14,7  | 87,7  |                 | 0,33 | 0,73 | 0,95 | 29,3  | 27,9  |    |      | 49,9  | 33,3  | 60,0  | 91,2  | 274,6  |
| Итого силовая нагрузка                       | 34 | 2,8 ÷ 34,1  | 425,5 |                 | 0,36 | 0,77 | 0,83 | 153,8 | 128,0 |    |      | 263,4 | 155,6 | 306,8 |       |        |
| Электрическое освещение                      |    |             | 6,2   | $K_{co} = 0,95$ | 0,95 | 0,33 | 5,9  | 1,9   |       |    | 5,9  | 1,9   |       |       |       |        |
| Итого по цеху                                | 34 | 2,8 ÷ 34,1  | 431,8 |                 | 0,37 | 0,78 | 0,81 | 159,8 | 130,0 |    |      | 269,3 | 157,5 | 312,0 | 474,1 | 1048,7 |

### **3 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ ПТИЦЕФАБРИКИ**

#### **Определение максимальной средней плучасовой нагрузки**

Расчет представлен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Определение расчетных нагрузок по цехам птицефабрики

| Наименование цеха                      | Силовая нагрузка  |       |               |                            |               |                | Осветительная нагрузка |                          |                   |           |                   |                    | Суммарная нагрузка    |                        |               |
|--|-------------------|-------|---------------|----------------------------|---------------|----------------|------------------------|--------------------------|-------------------|-----------|-------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|---------------|
|  | $P_{уст},$<br>кВт | $K_c$ | $\cos\varphi$ | $\operatorname{tg}\varphi$ | $P_p,$<br>кВт | $Q_p,$<br>кВАр | $F,$<br>$m^2$          | $P_{уд.о},$<br>Вт/ $m^2$ | $P_{н.о},$<br>кВт | $K_{с.о}$ | $P_{р.о},$<br>кВт | $Q_{р.о},$<br>кВАр | $P_p+P_{р.о},$<br>кВт | $Q_p+Q_{р.о},$<br>кВАр | $S_p,$<br>кВА |
| 1                                      | 2                 | 3     | 4             | 5                          | 6             | 7              | 8                      | 9                        | 10                | 11        | 12                | 13                 | 14                    | 15                     | 16            |
| Потребители энергии до 1000 В          |                   |       |               |                            |               |                |                        |                          |                   |           |                   |                    |                       |                        |               |
| 1 Корпуса напольного содержания птицы  | 138,0             | 0,70  | 0,80          | 0,75                       | 96,6          | 72,5           | 642                    | 16                       | 10,3              | 0,95      | 9,8               | 3,2                | 106,4                 | 75,7                   | 130,5         |
| 2 Корпуса напольного содержания птицы  | 194,0             | 0,70  | 0,80          | 0,75                       | 135,8         | 101,9          | 856                    | 16                       | 13,7              | 0,95      | 13,0              | 4,3                | 148,8                 | 106,1                  | 182,8         |
| 3 Корпуса напольного содержания птицы  | 194,0             | 0,70  | 0,80          | 0,75                       | 135,8         | 101,9          | 856                    | 16                       | 13,7              | 0,95      | 13,0              | 4,3                | 148,8                 | 106,1                  | 182,8         |
| 4 Холодный хозяйственный склад         | 5,0               | 0,40  | 0,85          | 0,62                       | 2,0           | 1,2            | 237                    | 16                       | 3,8               | 0,60      | 2,3               | 0,7                | 4,3                   | 2,0                    | 4,7           |
| 5 Корпуса напольного содержания птицы  | 194,0             | 0,70  | 0,80          | 0,75                       | 135,8         | 101,9          | 856                    | 16                       | 13,7              | 0,95      | 13,0              | 4,3                | 148,8                 | 106,1                  | 182,8         |
| 6 Бригадный дом                        | 85,0              | 0,50  | 0,85          | 0,62                       | 42,5          | 26,3           | 166                    | 20                       | 3,3               | 0,90      | 3,0               | 1,0                | 45,5                  | 27,3                   | 53,1          |
| 7 Корпуса напольного содержания птицы  | 138,0             | 0,70  | 0,80          | 0,75                       | 96,6          | 72,5           | 642                    | 16                       | 10,3              | 0,95      | 9,8               | 3,2                | 106,4                 | 75,7                   | 130,5         |
| 8 Корпуса напольного содержания птицы  | 138,0             | 0,70  | 0,80          | 0,75                       | 96,6          | 72,5           | 642                    | 16                       | 10,3              | 0,95      | 9,8               | 3,2                | 106,4                 | 75,7                   | 130,5         |
| 9 Корпус клеточного содержания птицы   | 172,0             | 0,70  | 0,80          | 0,75                       | 120,4         | 90,3           | 856                    | 16                       | 13,7              | 0,95      | 13,0              | 4,3                | 133,4                 | 94,6                   | 163,5         |
| 10 Корпуса напольного содержания птицы | 138,0             | 0,70  | 0,80          | 0,75                       | 96,6          | 72,5           | 642                    | 16                       | 10,3              | 0,95      | 9,8               | 3,2                | 106,4                 | 75,7                   | 130,5         |
| 11 Корпуса напольного содержания птицы | 138,0             | 0,70  | 0,80          | 0,75                       | 96,6          | 72,5           | 642                    | 16                       | 10,3              | 0,95      | 9,8               | 3,2                | 106,4                 | 75,7                   | 130,5         |
| 12 Корпуса напольного содержания птицы | 138,0             | 0,70  | 0,80          | 0,75                       | 96,6          | 72,5           | 642                    | 16                       | 10,3              | 0,95      | 9,8               | 3,2                | 106,4                 | 75,7                   | 130,5         |
| 13 Инкубатор                           | 315,0             | 0,70  | 0,80          | 0,75                       | 220,5         | 165,4          | 403                    | 25                       | 10,1              | 0,80      | 8,1               | 2,6                | 228,6                 | 168,0                  | 283,7         |
| 14 Хозяйственное помещение             | 20,0              | 0,40  | 0,85          | 0,62                       | 8,0           | 5,0            | 169                    | 16                       | 2,7               | 0,60      | 1,6               | 0,5                | 9,6                   | 5,5                    | 11,1          |
| 15 Ремонтно-механический цех           | 425,5             | –     | 0,77          | 0,83                       | 263,4         | 155,6          | 390                    | 16                       | 6,2               | 0,95      | 5,9               | 1,9                | 269,3                 | 157,5                  | 312,0         |
| 16 Корпус клеточного содержания птицы  | 165,0             | 0,70  | 0,80          | 0,75                       | 115,5         | 86,6           | 642                    | 16                       | 10,3              | 0,95      | 9,8               | 3,2                | 125,3                 | 89,8                   | 154,1         |

Окончание таблицы 3.1

| 1                                     | 2      | 3    | 4    | 5    | 6      | 7      | 8                             | 9    | 10    | 11   | 12    | 13   | 14     | 15     | 16     |
|---------------------------------------|--------|------|------|------|--------|--------|-------------------------------|------|-------|------|-------|------|--------|--------|--------|
| 17 Корпус клеточного содержания птицы | 165,0  | 0,70 | 0,80 | 0,75 | 115,5  | 86,6   | 642                           | 16   | 10,3  | 0,95 | 9,8   | 3,2  | 125,3  | 89,8   | 154,1  |
| 18 Корпус клеточного содержания птицы | 165,0  | 0,70 | 0,80 | 0,75 | 115,5  | 86,6   | 642                           | 16   | 10,3  | 0,95 | 9,8   | 3,2  | 125,3  | 89,8   | 154,1  |
| 19 Столовая                           | 250,0  | 0,45 | 0,75 | 0,88 | 112,5  | 99,2   | 130                           | 18   | 2,3   | 0,90 | 2,1   | 0,7  | 114,6  | 99,9   | 152,0  |
| 20 Заводоуправление                   | 385,0  | 0,50 | 0,85 | 0,62 | 192,5  | 119,3  | 169                           | 20   | 3,4   | 0,90 | 3,0   | 1,0  | 195,5  | 120,3  | 229,6  |
| 21 Ветеринарный блок                  | 125,0  | 0,50 | 0,80 | 0,75 | 62,5   | 46,9   | 98                            | 16   | 1,6   | 0,85 | 1,3   | 0,4  | 63,8   | 47,3   | 79,5   |
| 22 Кормоцех                           | 205,0  | 0,50 | 0,80 | 0,75 | 102,5  | 76,9   | 318                           | 16   | 5,1   | 0,95 | 4,8   | 1,6  | 107,3  | 78,5   | 133,0  |
| 23 Склад сухих кормов                 | 53,0   | 0,40 | 0,85 | 0,62 | 21,2   | 13,1   | 296                           | 16   | 4,7   | 0,60 | 2,8   | 0,9  | 24,0   | 14,1   | 27,9   |
| 24 Склад строительных материалов      | 25,0   | 0,40 | 0,85 | 0,62 | 10,0   | 6,2    | 102                           | 16   | 1,6   | 0,60 | 1,0   | 0,3  | 11,0   | 6,5    | 12,8   |
| 25 Хозяйственное помещение            | 31,0   | 0,40 | 0,85 | 0,62 | 12,4   | 7,7    | 107                           | 16   | 1,7   | 0,60 | 1,0   | 0,3  | 13,4   | 8,0    | 15,6   |
| 26 Газовая котельная                  | 140,0  | 0,65 | 0,70 | 1,02 | 91,0   | 92,8   | 140                           | 16   | 2,2   | 0,95 | 2,1   | 0,7  | 93,1   | 93,5   | 132,0  |
| 27 Насосная водоснабжения             | 320,0  | 0,80 | 0,75 | 0,88 | 256,0  | 225,8  | 358                           | 16   | 5,7   | 0,95 | 5,4   | 1,8  | 261,4  | 227,6  | 346,6  |
| 28 Проходная                          | 15,0   | 0,45 | 0,85 | 0,62 | 6,8    | 4,2    | 65                            | 18   | 1,2   | 0,90 | 1,1   | 0,3  | 7,8    | 4,5    | 9,0    |
| 29 Весовая                            | 17,0   | 0,40 | 0,85 | 0,62 | 6,8    | 4,2    | 55                            | 16   | 0,9   | 0,60 | 0,5   | 0,2  | 7,3    | 4,4    | 8,5    |
| 30 Убойный цех                        | 240,0  | 0,65 | 0,80 | 0,75 | 156,0  | 117,0  | 5165                          | 16   | 82,6  | 0,95 | 78,5  | 25,8 | 234,5  | 142,8  | 274,6  |
| Территория фабрики                    | 0      | –    | –    | –    | 0      | 0      | 97873                         | 0,16 | 15,7  | 1    | 15,7  | 5,1  | 15,7   | 5,1    | 16,5   |
| Итого по 0,38 кВ                      | 4733,5 | –    | –    | –    | 3020,5 | 2257,2 | $\Sigma F_{\text{ц}} = 17570$ |      | 302,1 | –    | 280,2 | 92,1 | 3300,7 | 2349,3 | 4051,4 |

## Выбор трансформаторов для цехов

Таблица 3.2 – Сведения по цеховым трансформаторам

| Тип       | $S_{\text{ном}}$ ,<br>МВА | $U_{\text{вн}}$ ,<br>кВ | $U_{\text{нн}}$ ,<br>кВ | $P_{\text{xx}}$ ,<br>кВт | $Q_{\text{xx}}$ ,<br>кВАр | $P_{\text{кз}}$ ,<br>кВт | $Q_{\text{кз}}$ ,<br>кВАр | $U_{\text{к}}$ ,<br>% | $I_{\text{xx}}$ ,<br>% |
|-----------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|
| ТМ-630/10 | 0,63                      | 10,0                    | 0,4                     | 1,56                     | 12,6                      | 8,5                      | 34,7                      | 5,5                   | 2,00                   |

Таблица 3.3 – Число трансформаторов в цехах птицефабрики

| Наименования цехов                     | $P_p + P_{p.o.}$<br>кВт | Количество тр-ов $n_i$ ,<br>шт |
|--|-------------------------|--------------------------------|
| 1                                      | 2                       | 3                              |
| 1 Корпуса напольного содержания птицы  | 106,4                   | 0,258                          |
| 2 Корпуса напольного содержания птицы  | 148,8                   | 0,361                          |
| 3 Корпуса напольного содержания птицы  | 148,8                   | 0,361                          |
| 4 Холодный хозяйственный склад         | 4,3                     | 0,010                          |
| 5 Корпуса напольного содержания птицы  | 148,8                   | 0,361                          |
| 6 Бригадный дом                        | 45,5                    | 0,110                          |
| 7 Корпуса напольного содержания птицы  | 106,4                   | 0,258                          |
| 8 Корпуса напольного содержания птицы  | 106,4                   | 0,258                          |
| 9 Корпус клеточного содержания птицы   | 133,4                   | 0,323                          |
| 10 Корпуса напольного содержания птицы | 106,4                   | 0,258                          |
| 11 Корпуса напольного содержания птицы | 106,4                   | 0,258                          |
| 12 Корпуса напольного содержания птицы | 106,4                   | 0,258                          |
| 13 Инкубатор                           | 228,6                   | 0,554                          |
| 14 Хозяйственное помещение             | 9,6                     | 0,023                          |
| 15 Ремонтно-механический цех           | 269,3                   | 0,653                          |
| 16 Корпус клеточного содержания птицы  | 125,3                   | 0,304                          |
| 17 Корпус клеточного содержания птицы  | 125,3                   | 0,304                          |
| 18 Корпус клеточного содержания птицы  | 125,3                   | 0,304                          |
| 19 Столовая                            | 114,6                   | 0,278                          |
| 20 Заводоуправление                    | 195,5                   | 0,474                          |
| 21 Ветеринарный блок                   | 63,8                    | 0,155                          |
| 22 Кормоцех                            | 107,3                   | 0,260                          |
| 23 Склад сухих кормов                  | 24,0                    | 0,058                          |
| 24 Склад строительных материалов       | 11,0                    | 0,027                          |
| 25 Хозяйственное помещение             | 13,4                    | 0,033                          |
| 26 Газовая котельная                   | 93,1                    | 0,226                          |
| 27 Насосная водоснабжения              | 261,4                   | 0,634                          |
| 28 Проходная                           | 7,8                     | 0,019                          |
| 29 Весовая                             | 7,3                     | 0,018                          |
| 30 Убойный цех                         | 234,5                   | 0,568                          |

## Трансформаторы ОРУ ГПП

Мощность трансформатора подберем с учетом графика нагрузки фабрики, рисунок 3,1.

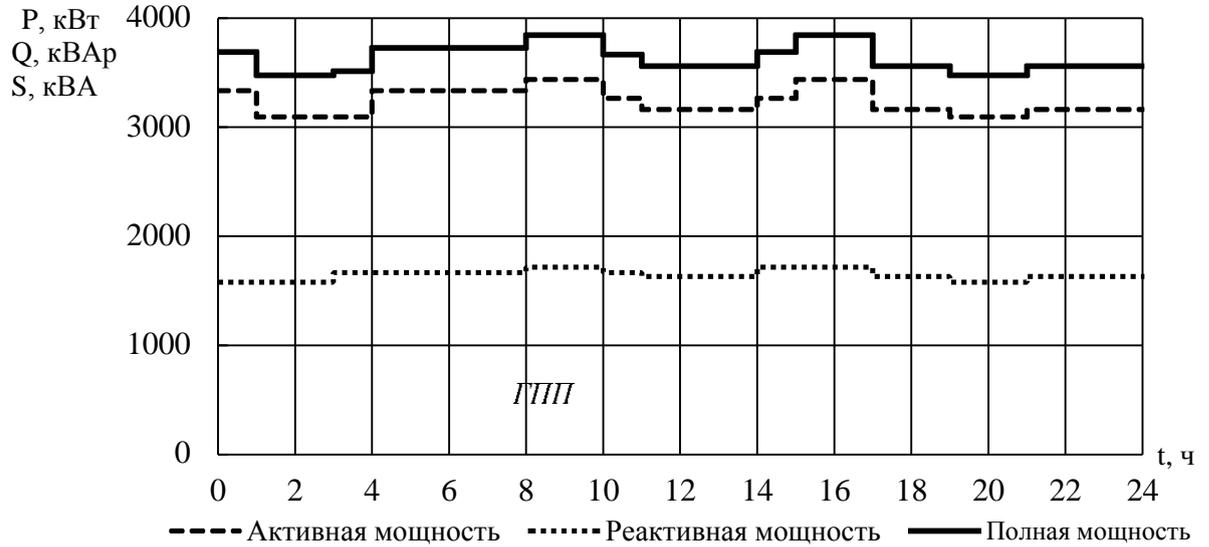


Рисунок 3.1 – Суточный график нагрузок птицефабрики

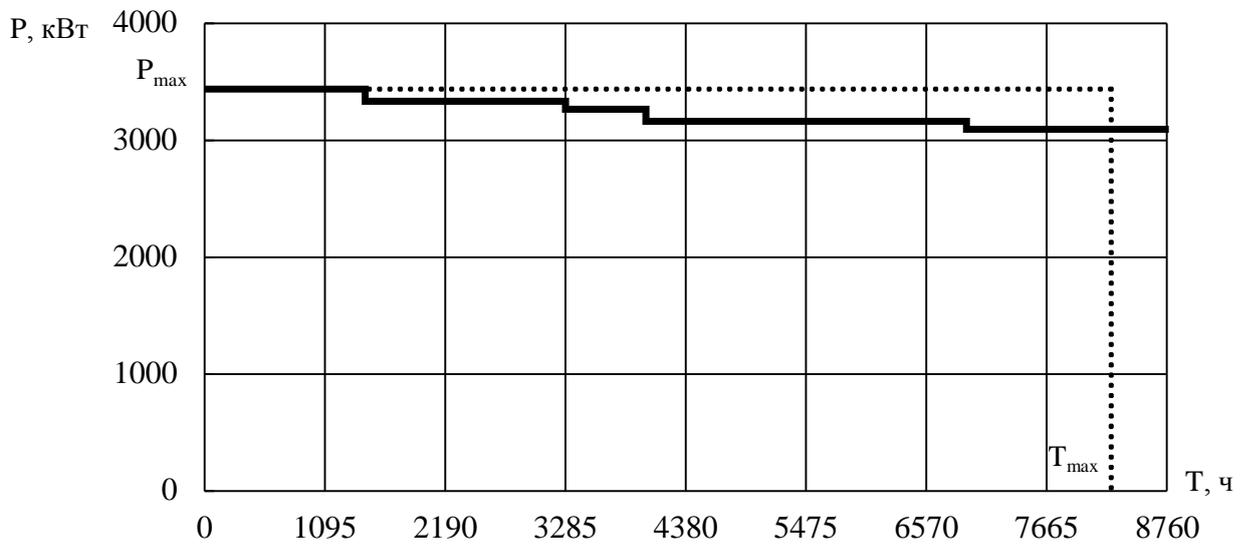


Рисунок 3.2 – Годовой график нагрузки по продолжительности

Таблица 3.4 – Параметры трансформаторов

| Тип         | $S_{ном}$ ,<br>МВА | $U_{вн}$ ,<br>кВ | $U_{нн}$ ,<br>кВ | $P_{xx}$ ,<br>кВт | $Q_{xx}$ ,<br>кВАр | $P_{кз}$ ,<br>кВт | $Q_{кз}$ ,<br>кВАр | $U_k$ ,<br>% | $I_{xx}$ ,<br>% | Цена<br>руб |
|-------------|--------------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------|-----------------|-------------|
| ТМН-2500/35 | 2,5                | 35,0             | 6,3; 11          | 5,1               | 27,5               | 26,0              | 162,5              | 6,5          | 1,10            | 2320500     |

## Выбор сечения ЛЭП ГПП

Таблица 3.5 – Выбор сечения линии, питающей Г П П

| $U_{\text{ном}},$<br>кВ | Тр-тор      | $I_{\text{расч}},$<br>А | $I_{\text{расч. п/ав}},$<br>А | $F_{\text{эк}},$<br>мм <sup>2</sup> | Марка<br>провода | $I_{\text{доп}},$<br>А | $1,3 \cdot I_{\text{доп}},$<br>А | $L_{\text{доп}},$<br>км | $L_{\text{факт}},$<br>км |
|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 35                      | ТМН-2500/35 | 41,2                    | 82,5                          | 41,2                                | АС 120/19        | 390,0                  | 507,0                            | 96,9                    | 10,1                     |

## Технико экономическое сравнение сопоставление вариантов системы электроснабжения фабрики

Таблица 3.6 – Определение затрат суммарных на сооружение линии, питающей ГПП

| $U_{\text{ном}},$<br>кВ | Тр-тор      | Марка<br>провода | $k_3$ | $K_{\text{лэп}},$<br>руб | $K_{\text{об}},$<br>руб | $C_{\text{пот}},$<br>руб/год | $C_{\text{ам}},$<br>руб/год | $C_{\text{обсл}},$<br>руб/год | $Z_{\text{лэп}},$<br>руб/год |
|-------------------------|-------------|------------------|-------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 35                      | ТМН-2500/35 | АС 120/19        | 0,106 | 24230304,0               | 2099160,0               | 53887,1                      | 2563674,1                   | 317692,9                      | 7023398,1                    |

## Расчет суммарных приведенных затрат на установку силового электрооборудования

Таблица 3.7 – С уммарные приведенные затраты на установку силового оборудования

| $U_{\text{ном}},$<br>кВ | Тр-тор      | $\Delta P'_{\text{хх}},$<br>кВт | $\Delta P'_{\text{кз}},$<br>кВт | $\beta$ | $K_{\text{тр}},$<br>руб | $C_{\text{пот}},$<br>руб/год | $C_{\text{ам}},$<br>руб/год | $C_{\text{обсл}},$<br>руб/год | $Z_{\text{тр}},$<br>руб/год |
|-------------------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|---------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 35                      | ТМН-2500/35 | 7,0                             | 37,4                            | 0,77    | 5569200,0               | 101830,4                     | 373136,4                    | 328582,8                      | 1878405,2                   |

### Технико-экономическое сравнение вариантов

Таблица 3.8 – Сравнение суммарных приведенных затрат

| $U_{\text{ном}},$<br>кВ | Тр-тор      | Марка<br>провода | $Z,$<br>руб/год |
|-------------------------|-------------|------------------|-----------------|
| 35                      | ТМН-2500/35 | АС 120/19        | 8901803,3       |
|                         | ТМН-4000/35 | АС 120/19        | 9181492,9       |

Таблица 3.9 – Выбор сечений проводов сети выше 1 кВ

| Участок   | Мощ-<br>ность<br>участка,<br>кВА | $n_{\text{ц}},$<br>шт | $U_{\text{ном}},$<br>кВ | $L,$<br>км | Расчетная<br>нагрузка   |                            | $F_{\text{эк}},$<br>мм <sup>2</sup> | Способ<br>прокладки | $K_{\text{пр}}$ | Марка и<br>сечение     | Допустимая<br>нагрузка |                                  |
|-----------|----------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------------|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------------------|
|           |                                  |                       |                         |            | $I_{\text{расч}},$<br>А | $I_{\text{расч.ав}},$<br>А |                                     |                     |                 |                        | $I_{\text{доп}},$<br>А | $1,3 \cdot I_{\text{доп}},$<br>А |
| ГПП – ТП1 | 1260,0                           | 2                     | 10                      | 0,255      | 36,4                    | 72,7                       | 30,3                                | Эстакады            | 1,00            | АВБбШв -<br>2 (3 × 35) | 90,0                   | 117,0                            |
| ГПП – ТП2 | 1260,0                           | 2                     | 10                      | 0,176      | 36,4                    | 72,7                       | 30,3                                |                     | 1,00            | АВБбШв -<br>2 (3 × 35) | 90,0                   | 117,0                            |
| ГПП – ТП3 | 1260,0                           | 2                     | 10                      | 0,064      | 36,4                    | 72,7                       | 30,3                                |                     | 1,00            | АВБбШв -<br>2 (3 × 35) | 90,0                   | 117,0                            |
| ГПП – ТП4 | 1260,0                           | 2                     | 10                      | 0,023      | 36,4                    | 72,7                       | 30,3                                |                     | 1,00            | АВБбШв -<br>2 (3 × 35) | 90,0                   | 117,0                            |

## Токи короткого замыкания в сети 10 кВ

Таблица 3.10 – Итоги расчётов токов КЗ

| Точка КЗ | $U_6$ ,<br>кВ | $I_6$ ,<br>кА | $Z_{\Sigma}$ | $k_{уд}$ | $T_a$ ,<br>сек | $I_k$ ,<br>кА | $i_{уд}$ ,<br>кА |
|----------|---------------|---------------|--------------|----------|----------------|---------------|------------------|
| К.1      | 37,0          | 1,560         | 0,305        | 1,608    | 0,02           | 5,109         | 11,6             |
| К.2      | 10,5          | 5,499         | 2,905        | 1,869    | 0,01           | 1,893         | 5,0              |
| К.3      | 10,5          | 5,499         | 2,958        | 1,869    | 0,01           | 1,859         | 4,9              |

## **4 ВЫБОР ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

**Выбор разъединителей и выключателей на высокой и низкой стороне.**

Таблица 4.1 – Выбор автоматических выключателей и разъединителей

|                                 |   |   |
|---------------------------------|---|---|
| Расчетные данные                | Выключатель<br>ВВУ-35-40/2000                       | Разъединитель<br>РДЗ -35/1000                       |
| $U_{уст} = 35$ кВ               | $U_{ном} = 35$ кВ                                   | $U_{ном} = 35$ кВ                                   |
| $I_{max} = 63,4$ А              | $I_{ном} = 2000$ А                                  | $I_{ном} = 1000$ А                                  |
| $I_{n,t} = 5,1$ кА              | $I_{отк.ном} = 40$ кА                               | —   |
| $I_{n,0} = 5,1$ кА              | $I_{дин} = 40$ кА                                   | —   |
| $i_{уд} = 11,6$ кА              | $i_{дин} = 100$ кА                                  | $i_{пр.с} = 63$ кА                                  |
| $B_k = 33,7$ кА <sup>2</sup> ·с | $I_{тер}^2 \cdot t_{тер} = 4800$ кА <sup>2</sup> ·с | $I_{тер}^2 \cdot t_{тер} = 2500$ кА <sup>2</sup> ·с |
| Расчетные данные                | Выключатель<br>ВЭ-10-20/630                         | Разъединитель                                       |
| $U_{уст} = 10$ кВ               | $U_{ном} = 10$ кВ                                   | Используется выкатная тележка                       |
| $I_{max} = 221,9$ А             | $I_{ном} = 630$ А                                   |   |
| $I_{n,t} = 1,9$ кА              | $I_{отк.ном} = 20$ кА                               |   |
| $I_{n,0} = 1,9$ кА              | $I_{дин} = 20$ кА                                   |   |
| $i_{уд} = 5,0$ кА               | $i_{дин} = 51$ кА                                   |   |
| $B_k = 2,0$ кА <sup>2</sup> ·с  | $I_{тер}^2 \cdot t_{тер} = 1200$ кА <sup>2</sup> ·с |   |

### Выбор трансформаторов тока

Таблица 4.2 – Нагрузка трансформаторов тока

| Место установки           | Прибор    | Тип     | Нагрузка, В·А |     |     |
|---------------------------|-----------|---------|---------------|-----|-----|
|                           |           |         | А             | В   | С   |
| Сторона ВН трансформатора | Амперметр | Э – 350 | 0,5           | —   | 0,5 |
|                           | Амперметр | Э – 350 | 0,5           | —   | 0,5 |
| Итого:                    |           |         | 1,0           | —   | 1,0 |
| Сторона НН трансформатора | Амперметр | Э – 350 | —             | 0,5 | —   |
|                           | Ваттметр  | Д – 335 | 0,5           | —   | 0,5 |
|                           | Варметр   | Д – 335 | 0,5           | —   | 0,5 |
|                           | Счетчик W | СЭТ-4ТМ | 2,5           | —   | 2,5 |
|                           | Счетчик V | СЭТ-4ТМ | 2,5           | —   | 2,5 |
| Итого:                    |           |         | 6,0           | 0,5 | 6,0 |

Таблица 4.3 – Выбор ТТ в цепях трансформатора ГПП

| Тип ТТ   | Расчетные данные                         | Каталожные данные                         |
|--|--|---|
| ТА1<br>ТШЛ 10<br><br>Сторона НН трансформатора | $U_{уст} = 10 \text{ кВ}$                | $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$                 |
|  | $I_{max} = 221,9 \text{ А}$              | $I_{ном} = 2000 \text{ А}$                |
|  | $B_k = 2,0 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$  | $B_k = 14700 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$ |
|  | $i_{уд} = 5,0 \text{ кА}$                | не проверяется                            |
|  | $r_2 = 0,375 \text{ Ом}$                 | $Z_{2ном} = 0,800 \text{ Ом}$             |
| ТА2<br>ТФЗМ35<br><br>Сторона ВН трансформатора | $U_{уст} = 35 \text{ кВ}$                | $U_{ном} = 35 \text{ кВ}$                 |
|  | $I_{max} = 63,4 \text{ А}$               | $I_{ном} = 75 \text{ А}$                  |
|  | $B_k = 33,7 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$ | $B_k = 36,8 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$  |
|  | $i_{уд} = 11,6 \text{ кА}$               | $i_{дин} = 15 \text{ кА}$                 |
|  | $r_2 = 0,197 \text{ Ом}$                 | $Z_{2ном} = 1,200 \text{ Ом}$             |

### Выбор трансформаторов напряжения

Таблица 4.4 – Нагрузка трансформаторов напряжения

| Место установки   | Приборы    | Марка   | $S_{обм}, \text{ В} \cdot \text{А}$ | $n_{обм}$ | $\cos\varphi$ | $\sin\varphi$ | $n_{приб}$ | Потр. мощн. |        |
|-------------------|------------|---------|-------------------------------------|-----------|---------------|---------------|------------|-------------|--------|
|                   |            |         |                                     |           |               |               |            | P, Вт       | Q, ВАр |
| ВН трансформатора | Вольтметр  | Э – 335 | 2,0                                 | 1         | 1             | 0             | 1          | 2,0         | 0,0    |
|                   | Вольтметр  | Н – 393 | 10,0                                | 1         | 1             | 0             | 1          | 10,0        | 0,0    |
|                   | Честотомер | Н – 397 | 7,0                                 | 1         | 1             | 0             | 1          | 7,0         | 0,0    |
| Итого:            |            |         |                                     |           |               |               |            | 19,0        | 0,0    |
| НН трансформатора | Вольтметр  | Э – 335 | 2,0                                 | 1         | 1             | 0             | 2          | 4,0         | 0,0    |
|                   | Ваттметр   | Д – 335 | 1,5                                 | 2         | 1             | 0             | 1          | 3,0         | 0,0    |
|                   | Варметр    | Д – 335 | 1,5                                 | 2         | 1             | 0             | 1          | 3,0         | 0,0    |
|                   | Счётчик W  | СЭТ-4ТМ | 0,02                                | —         | —             | —             | 6          | 0,12        | 0,0    |
|                   | Счётчик V  | СЭТ-4ТМ | 0,02                                | —         | —             | —             | 6          | 0,12        | 0,0    |
| Итого:            |            |         |                                     |           |               |               |            | 10,2        | 0,0    |

## **5 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ РАСМАТРИВАЕМОГО ЦЕХА**

### **Выбор автоматических выключателей и сечения линии**

От ТПЗ

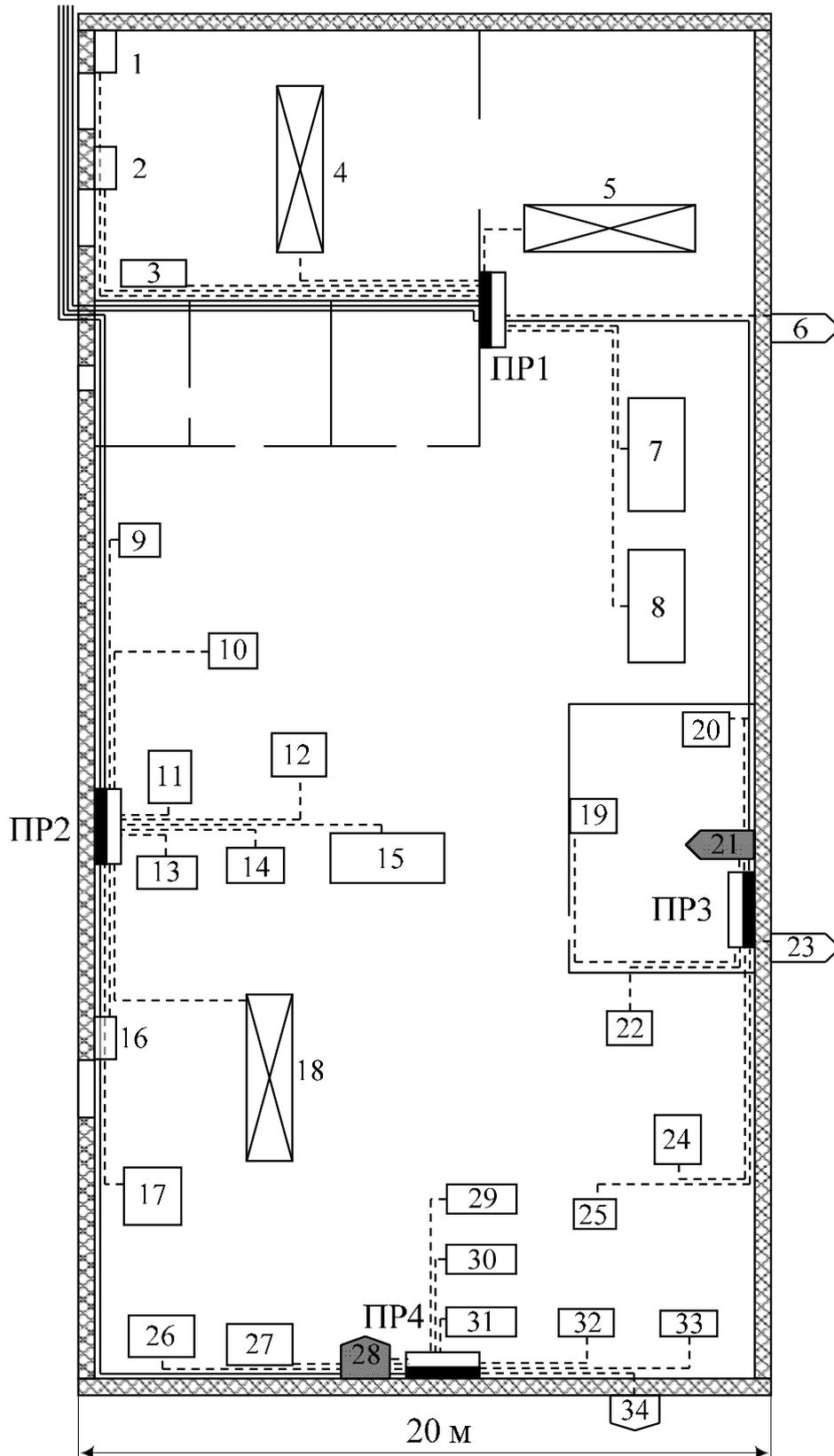


Рисунок 5.1 – Схема питания распределительных пунктов и приемников в здании ремонтно-механического цеха

Таблица 5.1 – Выбор марки и сечений проводников питающей сети, аппаратов защиты

| Участок                  | $\frac{I_p}{I_{\text{пик}}}$ | $1,1 \cdot I_p$ | $1,25 \cdot I_{\text{пик}}$ | Автомат |                                   |           | Способ прокладки | $K_3$ | $K_{\text{пр}}$ | $\frac{K_3 \cdot I_3}{K_{\text{пр}}}$ | Кабель           |                   | L     | cosφ | $\Delta U_0$ | $\Delta U_p$ |
|--------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------------------|---------|-----------------------------------|-----------|------------------|-------|-----------------|---------------------------------------|------------------|-------------------|-------|------|--------------|--------------|
|                          |                              |                 |                             | К       | $\frac{I_{\text{тепл}}}{I_{3,0}}$ | Тип       |                  |       |                 |                                       | $I_{\text{доп}}$ | Марка             |       |      |              |              |
|                          |                              |                 |                             |         |                                   |           |                  |       |                 |                                       |                  |                   |       |      |              |              |
| 1                        | 2                            | 3               | 4                           | 5       | 6                                 | 7         | 8                | 9     | 10              | 11                                    | 12               | 13                | 14    | 15   | 16           | 17           |
| Отходящий выключатель ТП | $\frac{1501,7}{2076,3}$      | 1651,9          | 2595,4                      | 2,0     | $\frac{2000}{4000,0}$             | ВА74 – 45 | На лотках        | —     | —               | —                                     | —                | —                 | —     | —    | —            | —            |
| ТП - ПР1                 | $\frac{100,4}{675,0}$        | 110,4           | 843,7                       | 7,0     | $\frac{130}{910,0}$               | ВА74 – 40 |                  | 1,0   | 1               | 130                                   | 140              | АВВГ – 1(4 × 70)  | 0,033 | 0,75 | 0,185        | 0,62         |
| ТП - ПР2                 | $\frac{153,5}{728,1}$        | 168,8           | 910,1                       | 6,0     | $\frac{190}{1140}$                | ВА74 – 40 |                  | 1,0   | 1               | 190                                   | 200              | АВВГ – 1(4 × 120) | 0,037 | 0,85 | 0,123        | 0,69         |
| ТП - ПР3                 | $\frac{121,0}{428,0}$        | 133,1           | 535,0                       | 5,0     | $\frac{190}{950}$                 | ВА74 – 40 |                  | 1,0   | 1               | 190                                   | 200              | АВВГ – 1(4 × 120) | 0,057 | 0,69 | 0,109        | 0,76         |
| ТП - ПР4                 | $\frac{91,2}{274,6}$         | 100,3           | 343,2                       | 4,0     | $\frac{130}{520}$                 | ВА74 – 40 |                  | 1,0   | 1               | 130                                   | 140              | АВВГ – 1(4 × 70)  | 0,062 | 0,73 | 0,169        | 0,95         |

Таблица 5.2 – Выбор ПР, автоматов и кабелей

| Приемник                | P <sub>ном</sub> | I <sub>ном</sub> | I <sub>пуск</sub> | 1,1·I <sub>ном</sub> | 1,5·I <sub>пуск</sub> | Автомат |                   |                   |           | K <sub>пр</sub> | K <sub>з</sub> | $\frac{K_3 \cdot I_3}{K_{пр}}$ | Кабель           |                  |
|-------------------------|------------------|------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|---------|-------------------|-------------------|-----------|-----------------|----------------|--------------------------------|------------------|------------------|
|                         |                  |                  |                   |                      |                       | K       | I <sub>тепл</sub> | I <sub>о.э.</sub> | Тип       |                 |                |                                | I <sub>доп</sub> | Марка            |
|                         | кВт              | А                | А                 | А                    | А                     | –       | А                 | А                 |           | –               | –              | А                              |                  |                  |
| 1                       | 2                | 3                | 4                 | 5                    | 6                     | 7       | 8                 | 9                 | 10        | 11              | 12             | 13                             | 14               | 15               |
| <b>ПР – 1 ПР11-7123</b> |                  |                  |                   |                      |                       |         |                   |                   |           |                 |                |                                |                  |                  |
| Подъемник ворот         | 5,2              | 19,7             | 98,6              | 21,7                 | 148,0                 | 6,0     | 25,0              | 150,0             | ВА13 – 29 | 1,0             | 1,0            | 25,0                           | 27               | АВВГ - 1(4 × 4)  |
| Тепловентилятор         | 7,3              | 15,6             | 109,0             | 17,1                 | 163,6                 | 12,0    | 20,0              | 240,0             | ВА13 – 29 | 1,0             | 1,0            | 20,0                           | 27               | АВВГ - 1(4 × 4)  |
| Кран-балка ПВ = 25%     | 34,0             | 118,1            | 580,4             | 127,7                | 870,6                 | 6,0     | 160,0             | 960,0             | ВА57 – 35 | 1,0             | 1,0            | 160,0                          | 170              | АВВГ - 1(4 × 95) |
| Вытяжная вентиляция     | 12,0             | 25,6             | 179,2             | 28,2                 | 268,9                 | 12,0    | 31,5              | 378,0             | ВА13 – 29 | 1,0             | 1,0            | 31,5                           | 32               | АВВГ - 1(4 × 6)  |
| Пресс-ножницы           | 9,0              | 23,6             | 118,2             | 26,0                 | 177,3                 | 6,0     | 31,5              | 189,0             | ВА13 – 29 | 1,0             | 1,0            | 31,5                           | 32               | АВВГ - 1(4 × 6)  |
| Компрессор              | 18,8             | 40,1             | 200,6             | 44,1                 | 300,9                 | 12,0    | 50,0              | 600,0             | ВА13 – 29 | 1,0             | 1,0            | 50,0                           | 60               | АВВГ - 1(4 × 16) |
| <b>ПР – 2 ПР11-7123</b> |                  |                  |                   |                      |                       |         |                   |                   |           |                 |                |                                |                  |                  |
| Печь                    | 25,0             | 42,1             | –                 | 46,3                 | –                     | –       | 50,0              | –                 | ВА13 – 29 | 1,0             | 1,0            | 50,0                           | 60               | АВВГ - 1(4 × 16) |
| Сушильный шкаф          | 21,0             | 35,4             | –                 | 38,9                 | –                     | –       | 40,0              | –                 | ВА13 – 29 | 1,0             | 1,0            | 40,0                           | 42               | АВВГ - 1(4 × 10) |
| Отрезной стонок         | 24,0             | 63,0             | 315,3             | 69,3                 | 473,7                 | 6,0     | 81,0              | 480,0             | ВА57 – 35 | 1,0             | 1,0            | 80,0                           | 90               | АВВГ - 1(4 × 35) |
| Фрезерный стонок        | 19,4             | 51,0             | 254,8             | 56,0                 | 382,1                 | 12,0    | 63,0              | 756,0             | ВА13 – 29 | 1,0             | 1,0            | 63,0                           | 75               | АВВГ - 1(4 × 25) |
| Токарный стонок         | 17,9             | 47,0             | 236,1             | 52,7                 | 353,6                 | 6,0     | 63,0              | 379,0             | ВА13 – 29 | 1,0             | 1,0            | 63,0                           | 75               | АВВГ - 1(4 × 25) |
| Наждачный стонок        | 4,2              | 11,0             | 55,2              | 12,1                 | 82,7                  | 12,0    | 12,5              | 150,0             | ВА13 – 29 | 1,0             | 1,0            | 12,5                           | 27               | АВВГ - 1(4 × 4)  |
| Трубогибочный стонок    | 15,0             | 39,4             | 197,0             | 43,3                 | 295,5                 | 6,0     | 50,0              | 300,0             | ВА13 – 29 | 1,0             | 1,0            | 50,0                           | 60               | АВВГ - 1(4 × 16) |
| Подъемник ворот         | 5,2              | 19,7             | 98,6              | 21,7                 | 148,0                 | 6,0     | 25,0              | 150,0             | ВА13 – 29 | 1,0             | 1,0            | 25,0                           | 27               | АВВГ - 1(4 × 4)  |
| Тепловентилятор         | 7,3              | 15,6             | 109,0             | 17,1                 | 163,6                 | 12,0    | 20,0              | 240,0             | ВА13 – 29 | 1,0             | 1,0            | 20,0                           | 27               | АВВГ - 1(4 × 4)  |
| Кран-балка ПВ=25%       | 34,0             | 116,1            | 580,4             | 127,7                | 870,6                 | 6,0     | 160,0             | 960,0             | ВА57 – 35 | 1,0             | 1,0            | 160,0                          | 170              | АВВГ - 1(4 × 95) |

Окончание таблицы 5.2

| 1                                | 2    | 3     | 4     | 5     | 6     | 7    | 8     | 9     | 10        | 11  | 12  | 13    | 14  | 15               |
|----------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-----------|-----|-----|-------|-----|------------------|
| <b>ПР – 3 ПР11-7123</b>          |      |       |       |       |       |      |       |       |           |     |     |       |     |                  |
| Сварочный агрегат ПВ = 60%       | 44,0 | 113,7 | 341,1 | 125,1 | 511,6 | 4,0  | 160,0 | 640,0 | BA57 – 35 | 1,0 | 1,0 | 160,0 | 170 | АВВГ - 1(4 × 95) |
| Сварочный трансформатор ПВ = 40% | 35,0 | 90,4  | 271,3 | 99,5  | 407,0 | 5,0  | 100,0 | 500,0 | BA57 – 35 | 1,0 | 1,0 | 100,0 | 110 | АВВГ - 1(4 × 50) |
| Приточная вентиляция             | 8,5  | 18,1  | 127,0 | 20,0  | 190,5 | 12,0 | 16,0  | 192,0 | BA13 – 29 | 1,0 | 1,0 | 16,0  | 27  | АВВГ - 1(4 × 4)  |
| Сверлильный стенок               | 2,8  | 7,4   | 37,8  | 8,1   | 55,2  | 6,0  | 10,0  | 60,0  | BA13 – 29 | 1,0 | 1,0 | 10,0  | 27  | АВВГ - 1(4 × 4)  |
| Вытяжная вентиляция              | 12,0 | 25,6  | 179,2 | 28,2  | 268,9 | 12,0 | 31,5  | 378,0 | BA13 – 29 | 1,0 | 1,0 | 31,5  | 32  | АВВГ - 1(4 × 6)  |
| Точильно-шлифовальный стенок     | 5,5  | 14,4  | 72,2  | 15,9  | 108,3 | 12,0 | 16,0  | 192,0 | BA13 – 29 | 1,0 | 1,0 | 16,0  | 27  | АВВГ - 1(4 × 4)  |
| Вертикально-сверлильный стенок   | 5,3  | 13,9  | 69,6  | 15,3  | 104,4 | 12,0 | 16,0  | 192,0 | BA13 – 29 | 1,0 | 1,0 | 16,0  | 27  | АВВГ - 1(4 × 4)  |
| <b>ПР – 4 ПР11-7123</b>          |      |       |       |       |       |      |       |       |           |     |     |       |     |                  |
| Пресс гидравлический             | 12,0 | 31,5  | 157,6 | 34,7  | 236,4 | 6,0  | 40,0  | 240,0 | BA13 – 29 | 1,0 | 1,0 | 40,0  | 42  | АВВГ - 1(4 × 10) |
| Пресс гидравлический             | 14,7 | 38,6  | 193,0 | 42,5  | 289,6 | 6,0  | 50,0  | 300,0 | BA13 – 29 | 1,0 | 1,0 | 50,0  | 60  | АВВГ - 1(4 × 16) |
| Приточная вентиляция             | 8,5  | 18,1  | 127,0 | 20,0  | 190,5 | 12,0 | 25,0  | 300,0 | BA13 – 29 | 1,0 | 1,0 | 25,0  | 27  | АВВГ - 1(4 × 4)  |
| Точильно-шлифовальный стенок     | 5,5  | 14,4  | 72,2  | 15,9  | 108,3 | 12,0 | 16,0  | 192,0 | BA13 – 29 | 1,0 | 1,0 | 16,0  | 27  | АВВГ - 1(4 × 4)  |
| Консольно-фрезерный стенок       | 10,0 | 26,3  | 131,3 | 28,9  | 197,0 | 12,0 | 31,5  | 378,0 | BA13 – 29 | 1,0 | 1,0 | 31,5  | 32  | АВВГ - 1(4 × 6)  |
| Токарно-винторезный стенок       | 7,5  | 20,6  | 103,1 | 22,7  | 154,7 | 12,0 | 25,0  | 300,0 | BA13 – 29 | 1,0 | 1,0 | 25,0  | 27  | АВВГ - 1(4 × 4)  |
| Вытяжная вентиляция              | 12,0 | 26,8  | 187,7 | 29,5  | 281,5 | 12,0 | 31,5  | 378,0 | BA13 – 29 | 1,0 | 1,0 | 31,5  | 32  | АВВГ - 1(4 × 6)  |

## Эпюра напряжения

Таблица 5.3 – Расчёты для построения эпюры отклонений напряжения

| Максимальный режим нагрузки   |       |       |        |       |
|-------------------------------|-------|-------|--------|-------|
| Участок                       | 1–2   | 2–3   | 3–4    | 4–5   |
| $P_i$ , кВт                   | 408,8 | 403,7 | 66,9   | 44,0  |
| $Q_i$ , кВАр                  | 275,6 | 248,4 | 43,3   | 58,7  |
| $S_i$ , кВА                   | 493,1 | 474,0 | 79,6   | 73,3  |
| $R_i$ , Ом                    | 0,057 | —     | 0,015  | 0,003 |
| $X_i$ , Ом                    | 0,006 | —     | 0,003  | 0,001 |
| $\cos\varphi$                 | —     | 0,852 | —      | —     |
| $\sin\varphi$                 | —     | 0,524 | —      | —     |
| $\beta_T$                     | —     | 0,649 | —      | —     |
| $U_a$ , %                     | —     | 1,349 | —      | —     |
| $U_p$ , %                     | —     | 5,332 | —      | —     |
| $\Delta U_i$ , %              | 0,023 | 2,551 | 0,750  | 0,103 |
| $\Delta U_i$ , В              | 2,4   | 267,8 | 2,9    | 0,4   |
| Минимальный режим нагрузки    |       |       |        |       |
| Участок                       | 1–2   | 2–3   | 3–4    | 4–5   |
| $P_i$ , кВт                   | 368,0 | 363,5 | 60,2   | 44,0  |
| $Q_i$ , кВАр                  | 253,6 | 229,1 | 39,8   | 58,7  |
| $S_i$ , кВА                   | 446,9 | 429,7 | 72,1   | 73,3  |
| $R_i$ , Ом                    | 0,057 | —     | 0,0148 | 0,003 |
| $X_i$ , Ом                    | 0,006 | —     | 0,0035 | 0,001 |
| $\cos\varphi$                 | —     | 0,846 | —      | —     |
| $\sin\varphi$                 | —     | 0,533 | —      | —     |
| $\beta_T$                     | —     | 0,584 | —      | —     |
| $U_a$ , %                     | —     | 1,349 | —      | —     |
| $U_p$ , %                     | —     | 5,332 | —      | —     |
| $\Delta U_i$ , %              | 0,020 | 2,321 | 0,674  | 0,102 |
| $\Delta U_i$ , В              | 2,2   | 243,6 | 2,6    | 0,4   |
| Послеаварийный режим нагрузки |       |       |        |       |
| Участок                       | 1–2   | 2–3   | 3–4    | 4–5   |
| $P_i$ , кВт                   | 817,7 | 801,8 | 66,9   | 44,0  |
| $Q_i$ , кВАр                  | 551,2 | 480,3 | 43,3   | 58,7  |
| $S_i$ , кВА                   | 986,1 | 934,6 | 79,6   | 73,3  |
| $R_i$ , Ом                    | 0,057 | —     | 0,015  | 0,003 |
| $X_i$ , Ом                    | 0,006 | —     | 0,003  | 0,001 |
| $\cos\varphi$                 | —     | 0,858 | —      | —     |
| $\sin\varphi$                 | —     | 0,514 | —      | —     |
| $\beta_T$                     | —     | 1,298 | —      | —     |
| $U_a$ , %                     | —     | 1,349 | —      | —     |
| $U_p$ , %                     | —     | 5,332 | —      | —     |
| $\Delta U_i$ , %              | 0,045 | 5,026 | 0,790  | 0,108 |
| $\Delta U_i$ , В              | 4,8   | 527,4 | 3,0    | 0,4   |

$\Sigma = 3,426 \%$

$K_{\min} = 0,900$

$K_{\min} = 0,920$

$\Sigma = 3,117 \%$

$\Sigma = 5,969 \%$

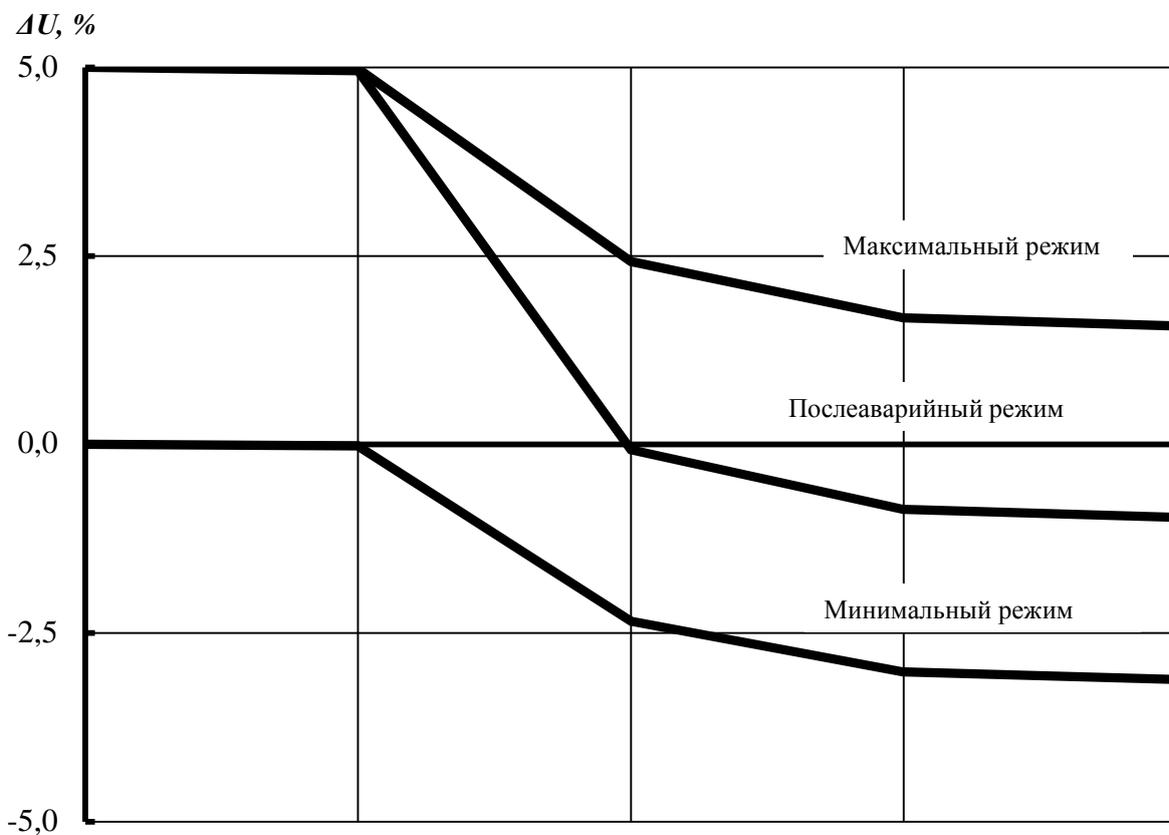
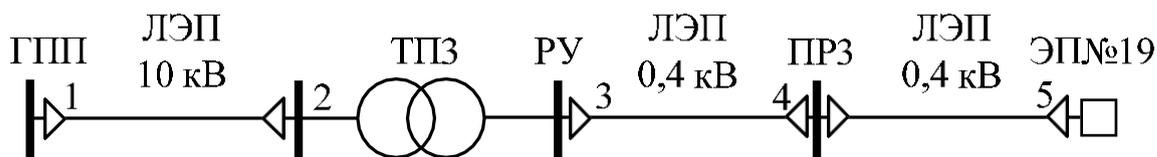


Рисунок 5.2 – Эпюры отклонений напряжения  
Токи короткого замыкания в сети ниже 1 кВ

Таблица 5.4 – Результаты расчёта токов короткого замыкания

| Точка КЗ | $Z_{\Sigma}$ ,<br>МОм | $k_{уд}$ | $T_a$ ,<br>сек | $I_k$ ,<br>кА | $i_{уд}$ ,<br>кА |
|----------|-----------------------|----------|----------------|---------------|------------------|
| К1       | 14,0                  | 1,452    | 0,0126         | 16,5          | 33,9             |
| К2       | 30,4                  | 1,036    | 0,0030         | 7,6           | 11,1             |
| К3       | 34,2                  | 1,024    | 0,0027         | 6,8           | 9,8              |

## Карты селективности

Таблица 5.5 – Данные нагрузки и аппаратов защиты для построения карты селективности

| Узел нагрузки                       | ТПЗ       | ПРЗ       | Сварочный агрегат №19 |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------------------|
| Расчетный ток $I_M$ , А             | 1501,7    | 121,0     | –                     |
| Пиковый ток $I_{пик}$ , А           | 2076,3    | 428,0     | –                     |
| Номинальный ток $I_{ном}$ , А       | –         | –         | 113,7                 |
| Пусковой ток $I_{пуск}$ , А         | –         | –         | 341,1                 |
| Ток КЗ $I_{кз}$ , А                 | 16533,2   | 7593,6    | 6755,5                |
| Тип аппарата                        | ВА74 – 45 | ВА74 – 40 | ВА57 – 35             |
| Условия срабатывания по току        |           |           |                       |
| – при перегрузке $I_{ном.расц}$ , А | 2000      | 190       | 160,0                 |
| – при КЗ $I_{кз}$ , А               | 4000,0    | 950,0     | 640,0                 |
| Условия срабатывания по времени, с  | 0,1       | 0,015     | 0,005                 |

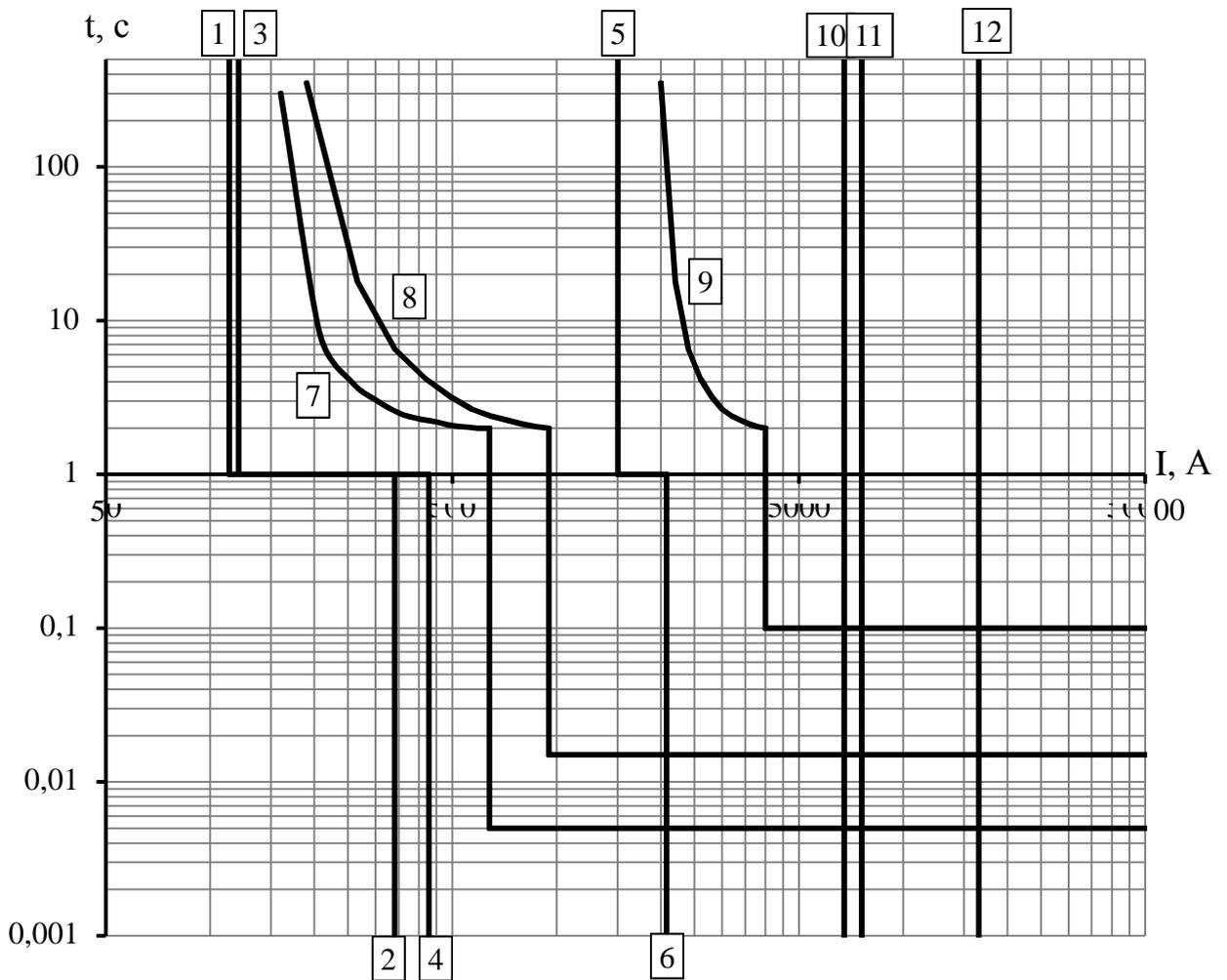
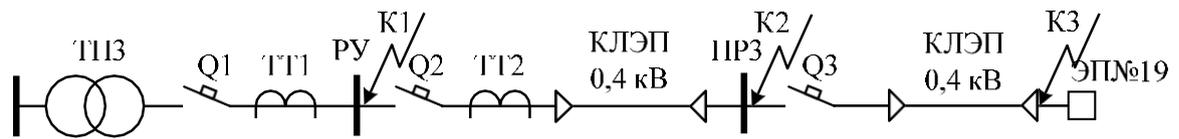


Рисунок 5.3 – Карта селективности действия аппаратов защиты

### Проверка цеховой сети 0,4 кВ по условию срабатывания защиты от однофазного КЗ

Таблица 5.6 – Сведения расчёта токов короткого замыкания

| Точка КЗ | $Z_{\Sigma}$ ,<br>мОм | $I_k$ ,<br>кА | $3 \cdot I_{\text{ном.расц}}$ ,<br>кА |
|----------|-----------------------|---------------|---------------------------------------|
| К1       | 3,2                   | 18,0          | 6,0                                   |
| К2       | 64,1                  | 3,01          | 0,57                                  |
| К3       | 75,7                  | 2,60          | 0,48                                  |

