

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

---

Институт Электронного обучения

Направление подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Кафедра Электрических сетей и электротехники

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

| Тема работы                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Разработка проекта реконструкции участка сетей 10/0,4 кВ МРСК Сибири<br/>Омскэнерго «Оконешниковского РЭС»</b> |

УДК 621.311.1.001.6

Студент

| Группа | ФИО                        | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------|
| 3-5A12 | Павлов Павел Александрович |         |      |

Руководитель

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Коршунова Л.А. | к.т.н., доцент            |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Бородин Ю.В. | к.т.н., доцент            |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Зав. кафедрой                                   | ФИО                  | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-------------------------------------------------|----------------------|---------------------------|---------|------|
| <b>электрических сетей<br/>и электротехники</b> | <b>Прохоров А.В.</b> | <b>к.т.н.</b>             |         |      |

Томск – 2016 г.

## Реферат

Дипломная работа 85 с., 11 рисунков, 16 таблиц, 22 источника, 2 приложений.

Объектом исследования является энергосистема МРСК Сибири Омскэнерго «Оконешниковский РЭС» электрических сетей.

В работе проводится реконструкция воздушной линии электропередач, напряжением 10/0,4 кВ. Осуществляется проектирование механической части линии энергосистемы. С целью улучшения ее функциональности, повышения надежности и качества электроснабжения Для определения затрат на строительство был произведен экономический расчет затрат. Так же был произведен анализ производственной и экологической безопасности.

Выпускная квалификационная работа выполнена с помощью программ Mustang и текстовом редакторе MS Word 7.0 и представлена на компакт - диске (в конверте на обороте обложки).

|          |               |          |         |     |                        |  |  |
|----------|---------------|----------|---------|-----|------------------------|--|--|
|          |               |          |         |     | ФЮРА.140400.004 ПЗ     |  |  |
|          |               |          |         |     |                        |  |  |
| Изм.     | Лист          | № докум. | Подпись | Дат | Реферат                |  |  |
| Разраб.  | П.А Павлов    |          |         |     |                        |  |  |
| Руковод. | Ю.А Краснятов |          |         |     | ТПУ ИнЭО<br>гр. 3-5А12 |  |  |
|          |               |          |         |     |                        |  |  |
|          |               |          |         |     |                        |  |  |

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                                              | 8  |
| 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ .....                               | 10 |
| 1.1 Обоснование реконструкции воздушной линии электроснабжения.                            |    |
| Постановка задачи.....                                                                     | 10 |
| 1.2 Технические требования к ВЛ 0.4кВ.....                                                 | 11 |
| 1.3 Общие требования предъявляемые к опорам ВЛ.....                                        | 12 |
| 1.4 Преимущества ВЛ на железобетонных опорах.....                                          | 15 |
| 1.5 Текущее состояние электрической сети .....                                             | 16 |
| 1.6 Перечень объектов подлежащих реконструкции.....                                        | 17 |
| 1.7 Строительные решения.....                                                              | 18 |
| 1.7.1 Организация монтажных работ по строительству линий электропередачи .....             | 18 |
| 1.7.1.1 Маркировка опор железобетонных для линии ВЛ- 0,4 кВ .....                          | 19 |
| 1.7.1.2 Типы опор и применение их .....                                                    | 19 |
| 1.7.1.3 Установка и закрепление опор .....                                                 | 21 |
| 1.7.1.4 Заземление опор .....                                                              | 21 |
| 1.7.1.5 Общие требования по установке и монтажу опор, и проводов.....                      | 22 |
| 1.7.1.6 Конструктивное исполнение СИП 2А.....                                              | 23 |
| 1.7.1.7 Закрепление провода СИП 2 на анкерных опорах, и ответвлений к зданиям.....         | 26 |
| 1.7.1.8 Соединение провода СИП в промежуточных пролетах и в ответвлениях .....             | 29 |
| 1.7.2 Мачтовые трансформаторные подстанции 10/0,4 кВ .....                                 | 30 |
| 1.7.2.1 Комплектные трансформаторные мачтовые подстанции 10/0,4 кВ мощностью 250 кВА ..... | 31 |

|          |      |               |         |      |                    |                          |      |        |
|----------|------|---------------|---------|------|--------------------|--------------------------|------|--------|
|          |      |               |         |      | ФЮРА.140400.004 ПЗ |                          |      |        |
| Изм.     | Лист | № докум.      | Подпись | Дата | Содержание         |                          |      |        |
| Разраб.  |      | П.А Павлов    |         |      |                    |                          |      |        |
| Руковод. |      | Ю.А Краснятов |         |      |                    |                          |      |        |
|          |      |               |         |      |                    |                          |      |        |
|          |      |               |         |      |                    |                          |      |        |
|          |      |               |         |      |                    | Лит.                     | Лист | Листов |
|          |      |               |         |      |                    |                          |      |        |
|          |      |               |         |      |                    | ТПУ ИнЭО<br>гр. 3 – 5А12 |      |        |

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.7.2.2 Технические показатели .....                                                     | 33 |
| 1.7.2.3 Заземление и грозозащита .....                                                   | 34 |
| 1.7.2.4 Указания к производству работ по монтажу к МТП 10/0,4 кВ .....                   | 34 |
| 2. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОСЕЛКА ОКОНЕШНИКОВО .....                                    | 37 |
| 2.1 Расчеты параметров и элементов сетей .....                                           | 37 |
| 2.2 Существующее состояние элементов электрической сети .....                            | 37 |
| 2.3 Расчетные нагрузки и выбор силового трансформатора<br>на МТП 10/0,4 кВ .....         | 38 |
| 2.4 Выбор сечения проводников линии по допустимым потерям<br>напряжения .....            | 40 |
| 2.5 Описание расчета режима сетей с равномерно распределенной<br>нагрузкой .....         | 43 |
| 2.6 Расчет режима сетей с равномерно распределенной нагрузкой .....                      | 45 |
| 3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И<br>РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....              | 52 |
| 3.1 Общие сведения .....                                                                 | 52 |
| 3.2 Состав и структура основных этапов реконструкции ВЛ 0,4 кВ .....                     | 53 |
| 3.3 Расчет затрат на проектирование .....                                                | 54 |
| 3.3.1 Материальные затраты .....                                                         | 55 |
| 3.3.2 Затраты на оплату труда .....                                                      | 55 |
| 3.3.3 Отчисления в социальные фонды .....                                                | 56 |
| 3.3.4 Амортизационные отчисления .....                                                   | 57 |
| 3.3.5 Прочие неучтенные затраты .....                                                    | 57 |
| 3.3.6 Накладные расходы .....                                                            | 58 |
| 3.4 Определение прибыли договорной цены разработки .....                                 | 58 |
| 3.9 Расчет капиталовложений в реконструкцию<br>ВЛ 0,4 кВ от МТП О-9-5 .....              | 59 |
| 3.10 Расчет экономической эффективности инвестиций по сроку<br>окупаемости проекта ..... | 60 |
| 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....                                                      | 64 |

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| 4.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов..... | 64 |
| 4.2 Техника безопасности.....                               | 65 |
| 4.3 Расчет защитного заземления.....                        | 69 |
| 4.4 Пожарная безопасность.....                              | 72 |
| 4.5 Экологическая безопасность.....                         | 74 |
| 4.6 Защита в чрезвычайных ситуациях.....                    | 75 |
| 4.7 Производственная санитария.....                         | 77 |
| 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....                                          | 81 |
| 6. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....                    | 82 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ.....                                             | 84 |

## ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей Оконешниковского РЭС, является обеспечение бесперебойного и качественного электроснабжения потребителей, также выполнение текущего и капитального ремонта.

В настоящее время происходит увеличение нагрузки частного сектора, что приводит к необходимости реконструкции и развитию существующих электрических сетей для повышения пропускной способности и соответствия более высоким требованиям к надёжности электроснабжения потребителей.

В данном электроснабжении участка Омской области, пос. Оконешниково, существует ряд недостатков. В большинстве случаев надёжность электроснабжения низкая, а качество отпускаемой электроэнергии, не соответствует требованиям ГОСТ-13109-97 «Нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения промышленных предприятий».

Одной из причин некачественного электроснабжения является, старое оборудование действующих электрических сетей. Сети пос. Оконешниково, Омской области имеют недостаточную пропускную способность, т.к линии были рассчитаны на меньшую нагрузку, и не раз подвергались нагреву, поскольку расчётные нагрузки при их проектировании принимались на перспективу 5-10 лет, а срок эксплуатации сетей уже более 30 лет.

Целью дипломного проекта является разработка проекта реконструкции участка районной сетей 10/0.4кВ «Оконешниковского РЭС» Омской области, улучшение функционирования и повышение надёжности и качества электроснабжения.

|          |      |               |         |      |                    |                          |      |        |
|----------|------|---------------|---------|------|--------------------|--------------------------|------|--------|
|          |      |               |         |      | ФЮРА.140400.004 ПЗ |                          |      |        |
| Изм.     | Лист | № докум.      | Подпись | Дата |                    |                          |      |        |
| Разраб.  |      | П.А Павлов    |         |      | Введение           | Лит.                     | Лист | Листов |
| Руковод. |      | Ю.А.Краснятов |         |      |                    |                          |      |        |
|          |      |               |         |      |                    | ТПУ ИнЭО<br>гр. 3 – 5А12 |      |        |
|          |      |               |         |      |                    |                          |      |        |
|          |      |               |         |      |                    |                          |      |        |

Связь поселка с энергосистемой будет осуществляться от фидера О-9 по воздушной линии 10кВ. Распределительные сети низкого напряжения, внутри поселка, будут подключены к замененной на более мощную ТП О-9-5

Мачтовая трансформаторная подстанция с необходимым оборудованием будет смонтирована согласно проекта разработанного производственным отделом предприятия.

В качестве исходных материалов для проектирования использован акт обследования технического состояния электрических сетей 0,4 кВ от ТП О-9-5 поселка Оконешниково Омской области.

После проведения реконструкции обеспечено более качественное снабжение электроэнергией потребителей и надежность электроснабжения будет улучшена.

# 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

## 1.1 Обоснование реконструкции воздушной линии электроснабжения. Постановка задачи.

Электроснабжение пос. Оконешниково осуществляется от воздушной линии 0,4кВ, которая проложена по нормальной местности, но с большим количеством времени деревянные опоры, даже на железобетонных приставках, в большом количестве выходят из строя, чем снижают надежность энергоснабжения потребителей. Согласно, типовой инструкции по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи напряжением 0,4-20кВ с неизолированными проводами (РД 153-34.3-20.662-98), п.5.6. комплексный ремонт ВЛ производится в сроки устанавливаемые в зависимости от конструкции и технического состояния ВЛ. Ремонт ВЛ на железобетонных опорах- не реже одного раза в 6 лет.

Часть воздушных линий частного сектора находится в неудовлетворительном техническом состоянии, так как многие опоры из непропитанной или плохо пропитанной древесины. Применение таких опор ранее позволило с одной стороны в короткие сроки решить задачу по централизованному электроснабжению частного сектора. Но, с другой стороны, строительство линий электропередач с пониженной долговечностью опор ухудшило эксплуатационные показатели части электрических сетей, это привело к необходимости строительства новых воздушных линий взамен выбывающих вследствие износа.

|          |      |               |         |      |                                                           |  |  |  |      |      |        |  |
|----------|------|---------------|---------|------|-----------------------------------------------------------|--|--|--|------|------|--------|--|
|          |      |               |         |      | ФЮРА.140400.004 ПЗ                                        |  |  |  |      |      |        |  |
| Изм.     | Лист | № докум.      | Подпись | Дата | Общие сведения и<br>организация<br>электромонтажных работ |  |  |  | Лит. | Лист | Листов |  |
| Разраб.  |      | П.А Павлов    |         |      |                                                           |  |  |  |      |      |        |  |
| Руковод. |      | Ю.А Краснятов |         |      |                                                           |  |  |  |      |      |        |  |
|          |      |               |         |      |                                                           |  |  |  |      |      |        |  |
|          |      |               |         |      |                                                           |  |  |  |      |      |        |  |
|          |      |               |         |      | ТПУ ИнЭО<br>гр. 3-5А12                                    |  |  |  |      |      |        |  |



При обходе и осмотре ВЛ 0,4 кВ от КТП О-9-5 в пос. Оконешниково установлено: 56% деревянных опор на железобетонных приставках подлежит замене, так как подвержены круговому загниванию древесины, 26% железобетонных приставок рассыпались из-за влажной почвы. Наклон опор на участке ВЛ по улице Пролетарская является критическим, напряжения понизилось, так как потребители увеличивают мощность, и подключаются новые потребители.

Исходя из вышеизложенного и на основании «акта отключений», зафиксированных оперативно диспетчерской службой, принято решение произвести реконструкцию ВЛ 0,4 кВ от КТП О-9-5. Осуществить перераспределение: увеличив мощность трансформатора, а именно установить более мощную комплектную трансформаторную подстанцию.

Чтобы снизить процент отключения, в распределительных сетях 0,4 кВ, использовать железобетонные опоры, обеспечивающие высокую надежность и безопасность данных сетей.

## **1.2 Технические требования к ВЛ 0.4кВ**

Воздушной линией напряжением 0,4кВ называется устройство для передачи и распределения электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным при помощи изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам, стойкам на зданиях и инженерных сооружениях.

Ответвлением от ВЛ 0.4кВ к вводу называется участок проводов от опоры ВЛ, на которой выполнено ответвление, до изоляторов закрепленных на стене зданий (сооружения), в которое осуществляется ввод, или до крепления проводов к изоляторам трубостоя, через которую осуществляется ввод в здание.

Воздушные линии электропередачи должны размещаться так, чтобы опоры не загораживали входы в здания и въезды во дворы и не

затрудняли движения транспорта (у въездов во дворы, вблизи съездов с дорог, при пересечении дорог), опоры должны быть защищены от наезда (например, отбойными тумбами). [2]

На опорах ВЛ на высоте не менее 2 м от земли через 250 м магистрали должны быть установлены (нанесены) порядковые номера опор.

Металлические конструкции, бандажи и т.п. на опорах ВЛ должны быть защищены от коррозии. [2]

Расстояния по вертикали от проводов ВЛ при наибольшем их провисании до поверхности земли и сооружений, расстояниям по горизонтали (проекция) от проводов ВЛ до различных объектов и сооружений, расстояния между проводами пересекающихся ВЛ, а так же при совместной подвеске проводов разных ВЛ должны соответствовать проектным значениям, но не менее приведенных в гл. 2.4 и 2.5 ПУЭ.

### **1.3 Общие требования предъявляемые к опорам ВЛ**

Обозначение опор по трассе ВЛ должны соответствовать условным обозначениям опор в технической документации.

На опорах ВЛ на высоте 2,5-3 м должны быть нанесены постоянные знаки:

- порядковый номер — на всех опорах;
- год установки — на всех опорах;
- номер ВЛ или ее условное обозначение — на первых и концевых опорах, ответвлениях от ВЛ, на опорах в местах пересечения ВЛ одного напряжения, на опорах с пересечением автомобильных дорог, на всех опорах участков линии с параллельно идущими ВЛ.
- плакаты, на которых указаны расстояния от опоры ВЛ до кабельной линии связи,

Отклонение одностоечных опор ВЛ от вертикальной оси не должно превышать:

15 см — при приемке в эксплуатацию вновь построенной ВЛ, а также после капитального ремонта и реконструкции;

30 см — в процессе эксплуатации.

Отклонение расстояния между осями котлованов стойки и подкоса, сложных опор (концевых, анкерных, угловых анкерных, специальных) — отклонение от проектного значения не должно превышать 15%.

Не допускаются к эксплуатации железобетонных одностоечных опор с дефектами, выявленными при приемке ВЛ:

- наличие максимального изгибающего момента стойки, установленной на трассе, но без смонтированных проводов, поперечных или продольных трещин независимо от их количества и ширины сколов;

- наличие на стойке с подвешенными проводами поперечных или продольных трещин шириной раскрытия не менее 0,10 мм независимо от количества;

- наличие сколов бетона площадью более 15 см<sup>2</sup>;

- наличие сколов бетона с оголением продольной арматуры;

- искривление стойки опоры более 1 см на 1 м длины.

Не допускаются к дальнейшей эксплуатации железобетонные опоры действующих ВЛ со следующими дефектами, которые должны быть устранены в кратчайшие сроки:

- отклонение вершины опоры от вертикальной оси более 50 см;

- заглубление промежуточной опоры меньше проектной глубины;

- ширина поперечных трещин в зоне воздействия наибольшего изгиба превышает 0,5 мм;

- площадь скола бетона превышает 25 см<sup>2</sup> с оголением продольной арматуры.

Не допускаются к последующей эксплуатации и требуют замены деревянных элементов опор с диаметром здоровой части древесины меньше значения брака.

Таблица 1.1 - Допускаемые отклонения положения опор и их элементов, значения прогибов и размеров дефектов железобетонных опор и приставок

| № п/п | Наименование (характер) дефекта                                                                                                                | Наибол. Знач             |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1     | Отклонение опоры от вертикальной оси вдоль и поперек линии (отношение отклонения верха к ее высоте)                                            |                          |
| 1.1   | Металлические опоры                                                                                                                            | 1:200                    |
| 1.2   | Железобетонные порталные опоры                                                                                                                 | 1.100                    |
| 1.3   | Железобетонные одностоечные опоры                                                                                                              | 1:150                    |
| 1.4   | Железобетонные порталные опоры на оттяжках                                                                                                     | 100мм                    |
| 1.5   | Деревянные опоры                                                                                                                               | 1.100                    |
| 2     | Смещение опоры перпендикулярно оси ВЛ (выход из створа)                                                                                        |                          |
| 2.1   | Одностоечные опоры при длине пролета:<br>До 200м<br>более 200 м<br>более 300 м, металлические опоры                                            | 100мм<br>200мм<br>300 мм |
| 2.2   | Портальные металлические опоры на оттяжках при длине пролета:<br>До 250м<br>более 250 м                                                        | 200мм<br>300мм           |
| 2.3   | Портальные железобетонные опоры                                                                                                                | 200мм                    |
| 3     | Отклонение оси траверсы от горизонтали (уклон траверсы)<br>По отношению к ее длине                                                             |                          |
| 3.1   | Для порталных опор на оттяжках:<br>Металлических при длине траверсы L до 15м<br>Металлических при длине траверсы L более 15м<br>Железобетонных | L:150<br>L:250<br>80 мм  |
| 3.2   | Для опор:<br>Металлических и железобетонных                                                                                                    | L:100<br>L:50            |

|                         |                                                                                                                                                                          |                |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                         | Одностоечных деревянных                                                                                                                                                  |                |
| Продолжение таблицы 1.1 |                                                                                                                                                                          |                |
| 4                       | Разворот траверсы относительно оси линии:<br>Для деревянных опор<br>для железобетонных одностоечных опор                                                                 | 5<br>100мм     |
| 5                       | Смещение конца траверсы от линии, перпендикулярной оси траверсы:<br>Для металлических и одностоечных железобетонных опор<br>для порталых железобетонных опор на оттяжках | 100 мм<br>50мм |

#### 1.4 Преимущества ВЛ на железобетонных опорах

Железобетонные опоры обладают высокой механической прочностью. В зависимости от технологии изготовления они бывают вибрированными и центрифугированными. Железобетонные опоры имеют повышенную механическую прочность, при их сборке и монтаже снижаются трудовые и материальные затраты. Основные характеристики железобетонных опор приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Характеристики железобетонных опор

| Напряжение<br>кВ | Стойка                     |                            | Изгибающ.<br>момент,<br>кН•м | Длина,<br>м | Расход<br>бетона,<br>м <sup>3</sup> | Масса,<br>Кг |
|------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------|-------------------------------------|--------------|
|                  | Со стержневой<br>арматурой | С проволочной<br>арматурой |                              |             |                                     |              |
| 0,4 кВ           | СВс – 1,1                  | СВп – 1,1                  | 11                           | 9,5         | 0,290                               | 825          |
| 6-10 кВ          | СВс – 2,7                  | СВп – 2,7                  | 27                           | 11,0        | 0,388                               | 1200         |

## 1.5 Текущее состояние электрической сети

В настоящее время сети ВЛ 0,4 кВ от действующей подстанции выполнены на деревянных опорах, частично с железобетонными приставками, проводом марки А - 25, А - 16, А - 35 и проходят по улицам Школьная, Калинина, Пролетарская, и Степная.

Год постройки ВЛ-0,4 кВ - 1973 – 1978 гг.

Потребители электроэнергии ТП О-9-5 относятся к бытовым.

Рост нагрузок бытового района поселка незначителен. Все потребители бытового района относятся к III категории надежности. Электроэнергия бытовым потребителям передается по воздушным линиям электропередач 0,4 кВ, которые отходят от трансформаторной подстанции ТП 10/0,4 кВ. К каждому потребителю с ВЛ 0,4 кВ выполнено ответвление проводом А-16.

Существующая комплектная трансформаторная подстанция (КТП) 10/0,4 кВ (ТП О-9-5) расположена в пос. Оконешниково по ул. Калинина. Мощность силового трансформатора - 160 кВА. Число отходящих линий 0,4 кВ - 2.

Все электрохозяйство поселка физически и морально устарело (рис 1.1), поэтому требуется его реконструкция.



Рисунок 1.1 – Линия ВЛ 0,4 кВ до реконструкции

## 1.6 Перечень объектов подлежащих реконструкции

По техническим условиям предприятия МРСК Сибири Омскэнерго разрабатывается реконструкция части электрической сети от шин 0,4 кВ КТП О-9-5

Район реконструкции электрических сетей отнесен к VI-му району по ветру и к V-му району по гололеду. Среднегодовая продолжительность гроз от 40 до 60 часов.

Транспортная сеть района строительства ВЛ-10/0,4 кВ развита. Подъезд к месту работ осуществляется по существующим дорогам. Снабжение объекта необходимыми материалами и изделиями предоставляется со склада предприятия автомобильным транспортом по трассе.

Проектируемая линия ВЛ - 0,4 кВ. проходит по существующим трассам ВЛ-0,4 кВ от ТП О-9-5 в пос. Оконешниково.

Реконструкция сети электроснабжения 10/0,4 кВ пос. Оконешниково предусматривает замену ТП О-9-5 с более мощным трансформатором, место установки опор осуществляется не большими отклонениями от трассы ВЛ-0,4 кВ, ВЛ 10 кВ остаётся без изменений.

Таблица 1.3 - Ведомость объемов строительных и электромонтажных работ

| Поз | Наименование работ                          | Тип, обозначение | Кол-во | Ед.изм. |
|-----|---------------------------------------------|------------------|--------|---------|
| 1   | Монтаж ответвления ВЛ- 10 кВ<br>к МТП О-9-5 | АС – 70          | 1      | шт.     |
| 2   | Демонтаж ответвлений к вводам               | А-25,А-16,А-35   | 126    | шт.     |
| 3   | Демонтаж проводов ВЛ - 0,4 кВ               | А-25,А-16,А-35   | 6,3    | Км      |
| 4   | Демонтаж деревянных опор<br>ВЛ - 0,4 кВ     |                  | 98     | Шт.     |

| Продолжение таблицы 1.3 |                             |                         |      |     |
|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|------|-----|
| 5                       | Монтаж ж/б опор ВЛ-0,4 кВ   | СВ – 110                | 91   | Шт. |
| 6                       | Монтаж ж/б подкосов         | СВ- 95                  | 18   | Шт. |
| 7                       | Подвеска проводов ВЛ-0,4 кВ | АС-70                   | 12,7 | Км  |
| 8                       | Монтаж ответвлений к вводам | Замена проводом<br>А-50 | 6,65 | Км  |
| 9                       | Монтаж МТП 10/0,4 кВ        | Трансформатор<br>ТМ-250 | 1    | шт. |
| 10                      | Демонтаж КТП-О-9-5          | Трансформатор<br>ТМ-160 | 1    | шт. |
| 11                      | Монтаж траверс              | ТВ- 1                   | 95   | Шт. |
| 12                      | Монтаж разъединителя        | РЛНД-10                 | 1    | Шт. |

## 1.7 Строительные решения

### 1.7.1 Организация монтажных работ по строительству линий электропередачи.

Перед монтажом ВЛ-0,4 кВ проект предусматривает демонтаж ВЛ-0,4 кВ по улицам Школьная, Калинина, Пролетарская, и Степная.

Монтаж сборных бетонных конструкций производится в соответствии со СНиП 3-16-80 «Бетонные и железобетонные конструкции сборные».

Все виды работ произведены в соответствии со СНиП 3-4-80 «Техника безопасности в строительстве».

При выполнении строительно-монтажных работ необходимо установить контроль над выполнением правил безопасности в строительстве.

#### 1.7.1.1 Маркировка опор железобетонных для линии ВЛ 0,4 кВ

При монтаже ВЛ 0,4 кВ используются опоры промежуточного и



анкерно-углового типа для подвески от двух до девяти проводов ВЛ.

Промежуточные опоры нормального габарита выполнены на железобетонных стойках СВ 110, анкерно-угловые и двухцепные опоры — на стойках СВ 110 и подкос СВ 95.

Опоры имеют следующую маркировку: в первой части буквенное обозначение типа опоры, например: П — промежуточная, К — концевая, УА — угловая анкерная, ПП — переходная промежуточная, ПОА — переходная ответвительная анкерная и т.д.; во второй части — типоразмер опоры: Например: К1 — концевая опора для подвески 2-5 проводов. К основной марке опоры добавляется после дефиса количество проводов, например: П1-3 — промежуточная опора, первый типоразмер для подвески трех проводов.

### 1.7.1.2 Типы опор и применение их

Все типы опор представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Типы железобетонных опор ВЛ 0,4 кВ

| Назначение опоры        | Опоры нормального габарита<br>для количества проводов |           | Опоры<br>повышенные для<br>пересечений |
|-------------------------|-------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------|
|                         | 2, 3, 4, 5                                            | 8, 9      |                                        |
| Промежуточная           | П 1                                                   | П 2       | ПП 1, ПП 2                             |
| Угловая промежуточная   | УП 1                                                  | УП 2      | —                                      |
| Концевая анкерная       | К 1                                                   | К 2, КО 2 | ПА 1, ПК 1, ПК 2                       |
| Угловая анкерная        | УА 1                                                  | УА 2      | ПУА 1, ПУА 2                           |
| Ответвительная анкерная | ОА 1, ОА 3                                            | ОА 2      | ПОА 1, ПОА 3                           |
| Перекрестная            | Пк 1                                                  | —         | —                                      |

В первую группу входят опоры нормального габарита для подвески

двух-пяти проводов ВЛ, во вторую группу — опоры нормального габарита для подвески восьми и девяти проводов ВЛ и в третью группу — повышенные опоры для пересечений с инженерными сооружениями для двух- девяти проводов ВЛ.

На всех опорах предусмотрена подвеска двух или четырех проводов проводного вещания.

Ответвительная анкерная опора ОА1 устанавливается в местах, где необходимо ответвление двух - пяти проводов от основной магистрали ВЛ без изменения количества проводов на магистрали ВЛ.

При больших углах поворота необходимо предусматривать схему К1 — УА1 — К1.

Пересечение воздушной линии до 1кВ рекомендуется выполнять на перекрестных опорах Пк1.

Все разработанные опоры допускают ответвления к вводам в здания в одну и две разные стороны четырех проводов ВЛ сечением Ап 16 — А 95 и четырех проводов ПВ.

Если фактическое расстояние между осью опоры и зданием превышает расчетный пролет ответвления, то используются дополнительные опоры в соответствии со схемами ответвлений.

В качестве дополнительной опоры следует принимать промежуточную опору П1.

На всех типах опор могут быть установлены светильники.

### **1.7.1.3 Установка и закрепление опор**

Опоры одностоечной конструкции должны устанавливаться в пробуренные котлованы диаметром 350-450 мм.

Обратная засыпка котлованов должна производиться вынутым при бурении грунтом, за исключением растительного слоя почвы, мерзлых грунтов, мягкопластичных глинистых и переувлажненных грунтов.

Для снижения прогибов стоек вдоль линии в указанных грунтах засыпку котлованов производить песчано - гравийной смесью.

Уплотнение грунта должно производиться слоями не более по 0,2 м и утрамбовкой слоев с помощью трамбовки.

#### **1.7.1.4 Заземление опор**

В начале, в конце линии и через каждые 200 м траверсы с целью заземления соединяются с помощью заземляющего проводника ЗП 2.

Соединение траверс с нулевым проводом выполняется с помощью проводника диаметром не менее 6 мм. Этот проводник присоединяется к нулевому проводу плашечным зажимом типа ПА.

При соединении к нулевому проводу марок А 70 и А 95 конец заземляющего проводника складывается вдвое.

На всех опорах в качестве заземляющего спуска используется один из стержней рабочей арматуры стойки, к которому приварены верхний и нижний заземляющие выпуски.

Для создания надежного электрического контакта в цепи заземления перед монтажом стальных элементов места соединения необходимо зачистить до металлического блеска и смазать техническим вазелином.

#### **1.7.1.5 Общие требования по установке и монтажу опор, и проводов**

При монтаже проводов и опор должны соблюдаться общие правила техники безопасности при строительстве согласно СНиП III-4-80.

Установка стоек СВ 110 производится с одновременным бурением котлованов бурильно-крановыми машинами БКМ-305 на базе трактора.

ВЛ в осенне-зимнее время на анкерных участках, обозначенных опорами УА1 и ОА3, натяжку проводов ведут поэтапно. При установке в котлованы концевых, угловых и ответвительных опор одностоечной

конструкции следует устанавливать стойку опоры с наклоном в противоположную сторону от результирующего тяжения с таким расчетом, чтобы вершина стойки отклонялась бы от вертикальной оси на 10 см.

При монтаже проводов пятипроводной

С одной стороны от опоры в анкерованном участке должно быть смонтировано и закреплено три провода, затем в смежном анкерованном участке натягивают и закрепляют требуемое количество проводов и только после этого натягивают оставшиеся два провода на первом анкерованном участке.

На опорах одностоечной конструкции не допускается выполнять какие-либо работы с использованием «когтей», если наклон ее вершины превышает 0,3 м или имеются трещины на стойке опоры более 0,2 мм.

Момент затяжки болтов при монтаже траверс должен быть не менее 100 Н\*м.

Выкладка и сборка опор производится вдоль оси ВЛ. Все сборочные площадки должны быть обеспечены временными подъездами для транспорта и механизмов.

Установка опор производится в готовые котлованы. Разрыв во времени при этом между разработкой котлованов и установкой в них опор не должен превышать более одной смены.

#### **1.7.1.6. Конструктивное исполнение СИП 2А**

СИП 2А независимо от назначения, количества и сечения токопроводящих жил изготавливается с несущей нулевой изолированной жилой.

СИП 2А состоит из изолированной несущей нулевой жилы, вокруг которой скручены три основные токопроводящие жилы и при необходимости, вспомогательные токопроводящие жилы наружного освещения, а также контрольные провода.

Изолирующая оболочка жил устойчива к воздействиям окружающей среды и выполнена из сшитого полиэтилена (СПЭ) с поперечными связями и содержащего в своей структуре газовую сажу для обеспечения длительного срока эксплуатации.

Токопроводящие жилы СИП 2А выполнены из алюминия прошедшего специальную обработку, а нулевая несущая жила - из алюминиевого сплава.

Маркировка проводов СИП 2А произведена путем нанесения на изоляцию жил по всей длине соответствующих знаков.

СИП 2А характеризуется следующими основными свойствами:

- стойкость к ультрафиолетовому излучению, воздействию озона и влаги;
- устойчивость к воздействию внешних атмосферных условий (образованию гололеда, различным осадкам, атмосферному электричеству и т.п.);
- сохранение механической прочности и электрических параметров в температурном интервале  $-60...+85^{\circ}\text{C}$ .
- Разрушающее механическое напряжение алюминиевой токопроводящей жилы составляет 120 Н/мм, а несущей нулевой жилы, выполненной из термоупрочненного сплава АВЕ - 295 Н/мм.

## **Магистральные СИП. Характеристика**

Магистральные СИП состоят из четырех скрученных при изготовлении изолированных жил: по одной на каждую из трех токопроводящих жил и одной несущей жилы. Скрутка жил имеет правое направление. Нередко в жгут добавляется одна или две вспомогательной токопроводящей жилы для освещения общественных мест (сечением 16 или 25 мм<sup>2</sup>).



Рисунок 1.2 - Самонесущий изолированный провод

**жила** - круглая, скрученная из алюминиевого сплава АВЕ, сечением 25, 35, 50, 54.6, 70, 95мм<sup>2</sup>;

**изоляция** - светостабилизированный силанольсшиваемый полиэтилен, экструдированный в черный цвет.

Таблица 1.5 - Токовые нагрузки, диаметр по скрутке, радиус изгиба и масса провода СИП 2А

| Маркоразмер провода | Допустимый ток нагрузки, А. | Ток короткого замыкания, кА. | Номинальный диаметр по скрутке, мм. | Допустимый радиус изгиба, м. | Масса провода кг/км. |
|---------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|----------------------|
| 2х16                | 105                         | 1,5                          | 16,0                                | 0,29                         | 164                  |
| 2х25                | 135                         | 2,3                          | 17,0                                | 0,31                         | 191                  |
| 3х35+1х50           | 160                         | 3,2                          | 26,4                                | 0,48                         | 557                  |
| 3х70+1х70           | 240                         | 6,5                          | 34,7                                | 0,63                         | 957                  |

### **СИП 2А для ответвления от магистрали к вводам. Характеристика**

Состоят из 2-х или 4-х скрученные при изготовлении изолированные алюминиевые токопроводящие жилы сечением 16 или 25 мм<sup>2</sup>. Ответвительные провода не содержат несущего нулевой жилы и могут обслуживать одного или нескольких отдельных потребителей, они могут также использоваться на коротких участках в качестве магистрали для освещения общественных мест; указанные провода относятся к самонесущему типу.

### **Преимущества ВЛИ с СИП**

По сравнению с традиционными ВЛ с неизолированными проводами (ВЛН) ВЛИ до 1 кВ имеет ряд преимуществ: строительство ВЛИ без специальной подготовки территории (трассы), отсутствие необходимости в вырубке просеки перед монтажом;

Простота конструктивного исполнения опор (отсутствие траверс и изоляторов);

Применение для ВЛИ серийно выпускаемых стоек, отвечающих требованиям по механической прочности для соответствующих климатических условий;

Увеличение длины пролета до 60м.;

Отсутствие коротких замыканий (КЗ) между нулевой несущей и токопроводящими жилами;

Повышение надежности в зонах интенсивного образования гололеда и налипания мокрого снега, безопасная работа вблизи ВЛИ до 1 кВ,

Возможность проводить техническое обслуживание и ремонт ВЛИ под напряжением, без отключения потребителей, возможность прокладки СИП по фасадам зданий, что может исключить установку части опор;

Простота монтажных работ и, соответственно, уменьшение сроков строительства; сокращение объемов и времени аварийно-восстановительных работ; резкое снижение (более 80%) эксплуатационных затрат по сравнению с традиционными ВЛН. Это обусловливается высокой надежностью и бесперебойностью электроснабжения потребителей;

Высокая механическая прочность жил и, соответственно, меньшая вероятность их обрыва;

Снижение потерь напряжения вследствие малого реактивного сопротивления СИП (0,1 Ом/км по сравнению с 0,35 Ом/км для неизолированных проводов);

Использование СИП на ВЛИ снижает вероятность хищения электроэнергии, так как изолированные, скрученные между собой жилы исключают самовольное подключение к линии путем выполнения наброса на провода; значительное снижение случаев вандализма и воровства.

#### **1.7.1.7 Закрепление провода СИП 2 на анкерных опорах, и ответвлений к зданиям**

Для закрепления провода сип на анкерных и угловых опорах



используются анкерные клиновые зажимы типа DN



Рисунок 1.3 - Анкерные клиновой зажим типа DN

Для крепления изолированной нулевой несущей жилы (СИП2А) на концевых и угловых опорах, а также промежуточных опорах.

Корпус выполнен из алюминиевого сплава, что обеспечивает высокую надежность зажима и его устойчивость к механическим воздействиям.

Клиновидная вставка выполнена из изоляционного материала для защиты нулевой жилы двойной изоляцией.

Тросик имеет термопластиковую накладку, защищающую его от износа при креплении на кронштейне (крюке).

Зажимы рассчитаны на монтаж и эксплуатацию при низких температурах.

Зажимы отличаются высокой прочностью, устойчивостью к коррозии, компактны.

Установка зажимов производится без инструментов.

Тросик зажима DN 35, выполнен из нержавеющей стали, с шаровыми ограничивающими креплениями на обоих концах для удобства надежной фиксации.

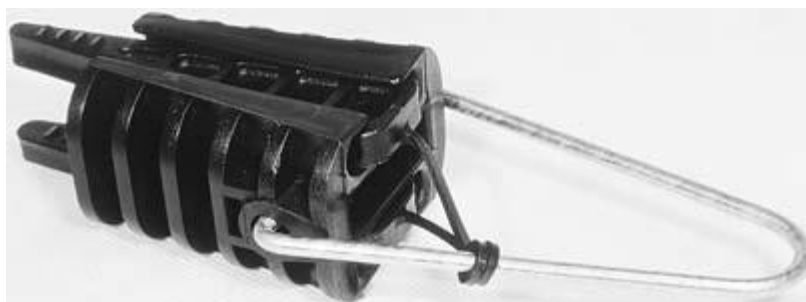


Рисунок 1.4 - Анкерный клиновой зажим типа DN 123

Зажим клиновой анкерный (натяжной) предназначен для концевой крепления проводов ответвления от магистрали к вводам сечением 6-25 мм<sup>2</sup>.

Зажим изготовлен из термопластика, усиленного стекловолоконной структурой.

Разрушающая нагрузка анкерного зажима DN 123 увеличена с 220 кг до 350 кг, что позволило выполнять пролеты ВЛИ длиной до 40 м.

При закреплении двух проводов в зажиме, предназначенном для четырех жил, необходимо обязательно заклинить второй клин в его гнезде.

Разрушающая нагрузка анкерного зажима DN 1 - 220 кг, максимально допустимая длина пролета СИП - 25 метров.



Рисунок 1.5 - Комплект промежуточной подвески типа ES 1500E

Используется для подвески СИП 2А на промежуточных опорах и

обеспечивает габаритные размеры в пролетах.

Возможно применение на угловых опорах ВЛИ при углах до 90°. При этом необходимо учитывать максимальный радиус изгиба нулевой жилы.

Комплект промежуточной подвески разборный, возможна поставка поддерживающего зажима без кронштейна.

#### **1.7.1.8 Соединение провода СИП в промежуточных пролетах и в ответвлениях**

Соединения проводов должны обеспечивать надежный, стабильный электрический контакт, и хорошую механическую прочность.

Элементарный электрический контакт представляет собой сумму точечных контактов между двумя проводниками. Попадание в пространство между контактами влаги и грязи способствует увеличению электрического сопротивления. Предохранение от загрязнения (герметизация) контакта обеспечивает значительное повышение надежности контактного соединения.

Нарушение хорошего контакта между токопроводящими жилами приводит к перегрузке этих соединений электрическим током, перегреву контактов и всего соединения.

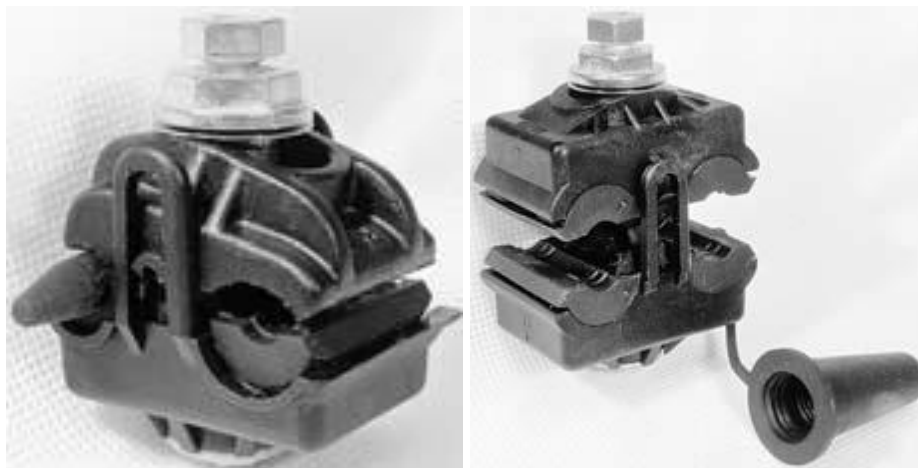


Рисунок 1.6 - Ответвительные зажимы

Ответвительные герметичные зажимы предназначены для соединения нулевой и токопроводящих жил на ответвлениях от магистрали (медных или алюминиевых). Так же для ответвлений для вводов к зданиям и сооружениям. Они обеспечивают надежный электрический контакт.

Зажимы рассчитаны на монтаж и эксплуатацию при низких температурах (монтаж до  $-20^{\circ}\text{C}$ , эксплуатация до  $-60^{\circ}\text{C}$ ).

Коррозионная стойкость металлических деталей испытывается в камере соляного тумана и в камере влажного газа  $\text{SO}_2$ .

Контактные пластины зажимов имеют пирамидальную форму, благодаря этому достигается быстрый электрический контакт и исключается попадание воды в провод.

Монтаж ответвительных зажимов не влияет на уменьшение механической прочности фазного и нулевого провода.

### **1.7.2 Мачтовые трансформаторные подстанции 10/0,4 кВ**

**Мачтовой трансформаторной подстанцией (МТП)** называется открытая трансформаторная подстанция, все оборудование которой установлено на конструкциях или на опорах ВЛ на высоте, не требующей ограждений подстанции.

Мачтовые трансформаторные подстанции (МТП) сооружают на А-, П- или АП-образных или на одностоечных конструкциях, изготавливаемых из железобетона.

*П-образные конструкции* используются для подстанций с трехфазными трансформаторами мощностью до 400 кВА включительно. В комплект оборудования МТП входят: разъединитель с приводом, предохранители, разрядники 10 кВ и распределительное устройство 0,4 кВ. Трансформатор размещается на площадке на высоте от земли не менее 3,5 м. Разъединитель установлен на концевой опоре линии 10 кВ, что позволяет обеспечить безопасные

условия работы на подстанции после его отключения. С этой же целью предусмотренная для подъема на площадку и запирающаяся в сложенном положении лестница заблокирована с приводом разъединителя; блокировка, выполненная с помощью механических блокировочных замков, не позволяет открыть лестницу при включенном разъединителе, (если он совмещен с МТП на одной опоре).

Классическая конструкция МТП претерпела за последние годы значительные изменения: разъединитель 10 кВ теперь для удобства отключения оборудования выносят на концевую опору ВЛ 10 кВ, хотя это и требует порой наличия второго контура заземления. Но если опору ВЛ установить на расстоянии 5 м от опоры МТП, то можно использовать общий контур заземления и для разъединителя. При этом применяют разъединитель с заземляющими ножами, расположенными со стороны нагрузки, тогда вместо переносного заземления удобно применить заземляющие ножи. В дополнение к этому сегодня стараются поднять шкаф 0,4 кВ ближе к трансформатору и этим затруднить доступ посторонних лиц к нему, которые при перерывах электроснабжения стараются сами «устранить» неполадки.

#### **1.7.2.1 Комплектные трансформаторные мачтовые подстанции 10/0,4 кВ мощностью 250 кВА.**

По конструкции подстанции (рис. 1.10) состоят из отдельных элементов, устанавливаемых методом сборки для совместной работы на месте монтажа в единый комплекс.

Подстанции состоят из следующих элементов:

- разъединительный пункт 10кВ, состоящий из трехполюсного разъединителя РЛНД – 10/400 У1, ручного привода типа ПРНЗ-10, металлоконструкций для крепления разъединителя, привода и приемных изоляторов подводящей линии и соединительных элементов между разъе-

динителем и приводом;

- блок высоковольтных предохранителей с ограничителями перенапряжений высокой стороны (ПКТ-25) и вводными изоляторами подводящей линии от разъединителя;

- силовой трансформатор с платформой для его установки и площадкой обслуживания с перилами и лестницей;

- распределительное устройство низкого напряжения (УВР – 1 - 25), расположенное в шкафу;

- траверсы для крепления изоляторов отходящих линий, в том числе линии уличного освещения.

В шкафу УВН – 1– 25 расположена низковольтная аппаратура распределения, учета и управления электроэнергией. Имеются изолированные провода для подсоединения к трансформатору и отходящим линиям. Выход проводов осуществляется через короб (трубу).

В шкафу также расположены ограничители перенапряжения (ОПН-0,4) низкой стороны.

Изоляция может быть выполнена фарфоровой или синтетической (полимерной).

Провода ввода 10 кВ не имеют разрыва, начиная с разъединителя 10 кВ непосредственно до крепления провода на предохранителях 10 кВ. На разъединителе и на предохранителях провод ввода крепится с помощью контактной накладки или прессуемого зажима А-1, А-2.

Крайние опоры ВЛ 10 кВ данной МТП не имеют подкосов или оттяжек, так как сама опора МТП считается анкерной. Железобетонная опора МТП имеет срок работы вдвое больше, чем деревянная опора.



Рисунок 1.7 - МТП-250У1 10/0,4 кВ

#### **1.7.2.2 Технические показатели**

1. Вид ТП - мачтовая трансформаторная подстанция;
2. Род тока - переменный, трехфазный, промышленной частоты;
3. Напряжение высшее - 10 кВ, низшее - 0,4 кВ;
4. Мощность силовых трансформаторов - 250 кВА;
- 5 . Номинальный ток плавкой вставки предохранителя - 40 А;
7. Номинальный ток трансформатора на стороне НН – 361 А;
8. Число отходящих линий 0,4 кВ - до четырех;
9. Ввод 10 кВ - воздушный, вывод 0,4 кВ - воздушный;
10. Конструкция МТП – П - образная.

Согласно РД 3420.185-94 (Нормативы для определения расчетных электрических нагрузок зданий, домов) принят ток плавкой вставки в РУ-0,4 кВ на отходящих фидерах 250 А.

### **1.7.2.3 Заземление и грозозащита**

Заземляющее устройство выполняется с помощью заземлителей из круглой стали диаметром 12 мм, длиной 5 м, ввинчиваемых в грунт при помощи спецприспособлений. В качестве горизонтальных заземлителей принята круглая сталь диаметром 12 мм.

При отсутствии спецприспособлений взамен круглой стали рекомендуется применение заземлителей из угловой стали длиной 2,5 м, размером 40х40х4 мм.

Все металлические части конструкций, аппаратов и оборудования, которые могут оказаться под напряжением вследствие нарушения изоляции -заземляются.

Защита от перенапряжений осуществляется вентильными разрядниками типа РВО-10 У1, установленными соответственно на шинах 10 кВ.

### **1.7.2.4 Указания к производству работ по монтажу к МТП 10/0,4 кВ**

Проектом предусмотрено производство строительно-монтажных работ в летних условиях в соответствии с действующими нормативными документами по производству работ. МТП должна устанавливаться на железобетонных стойках типа СВ110. Жесткость конструкции обеспечивается заглублением стойки на 2,5м. Монтаж осуществляется при помощи автокрана и автовышки.

Порядок монтажа:

- 1) Закрепить на опорах монтажную траверсу.
- 2) Установить балки площадки обслуживания саму площадку обслуживания.
- 3) Установить и закрепить раздвижную лестницу, состоящую из двух частей.



- 4) Установить блок-замок на подвижной части лестницы в предусмотренное место.
- 5) Установить и закрепить ограждение площадки обслуживания.
- 6) Установить и закрепить балки для трансформатора.
- 7) Установить трансформатор.
- 8) Проверить высоту от уровня земли до высоковольтных вводов трансформатора. Она должна составлять не менее 4500мм.
- 9) Закрепить изоляторы С4-80 на нижнем кронштейне ВН после чего крепить кронштейн к стойке СВ110 хомутом М12 на высоте 1600мм от уровня шпилек высоковольтного ввода трансформатора.
- 10) Закрепить штыревые изоляторы ВН на верхнем кронштейне ВН. Монтировать вентильные разрядники на кронштейн ВН.
- 11) Установить собранный кронштейн ВН на опору ВЛ с учетом длины высоковольтного предохранителя в держателях. Закрепить кронштейн на опоре хомутами М12. Проверить надежность контакта предохранителя в держателях.
- 12) Закрепить на изоляторах С4-80 контакты предохранителя
- 13) Закрепить траверсы НН на опоре, на отметках предварительно насадив на штыри траверсы изоляторы НН. Траверсу крепить хомутами М12.
- 14) Крепить шкаф РУНН к стойке.
- 15) Мерные куски провода протягиваются в 2-х дюймовые трубы, трубы устанавливаются на переходник шкафа РУНН, Установить и закрепить козырек хомутом к стойке.
- 16) Вывести провода фидеров по трубам на кронштейн НН. При входе из под козырька на проводе сделать петлю, с тем чтобы дождевая вода не попадала в трубы. Ввод НН от трансформатора до вводного коммутационного аппарата выполняется двумя проводниками сразу.
- 17) Соединить пофазно провода ввода НН с вводами НН силового трансформатора.

- 18) Выполнить монтаж шин ВН от контактов предохранителя до вводов ВН трансформатора
- 19) Установить металлические шины заземления на специально предусмотренные клеммы элементов комплекта.
- 20) Закрепить провода от разъединителя ВЛ 10 кВ на штыревых изоляторах ВН. Сделать спуски проводом и присоединить к контактам предохранителя. Соединить контакт РВО с высоковольтным проводом на штыревом изоляторе перемычкой из комплекта монтажных частей.
- 21) Выполнить разделку провода внутри шкафа РУНН и присоединить к нижним контактам выключателя отходящей линии.
- 22) Установить патроны предохранителя в свои контакты на кронштейне предохранителя изолирующей штангой указателями срабатывания вниз.

## РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

### 3.1 Общие сведения

Цель дипломного проекта реконструкции участка электросетей 10/0,4 кВ Оконешниковского района – снижение потерь электроэнергии, улучшение функционирования и повышение надежности и электроснабжения.

Часть распределительной сети низкого напряжения, внутри поселка, будет подключена к новой МТП 10/0,4.

Исходя из выше изложенного, принято решение произвести реконструкцию ВЛ 0,4 кВ от ТП 10/0,4кВ. Так же установить дополнительную трансформаторную подстанцию мачтового типа 10/0,4кВ по ул. Калинина с целью уменьшения расстояния линии по сети 0,4 кВ для сокращения потерь в электросетях. Одним из мероприятий для уменьшения потерь применяют мачтовые трансформаторные подстанции (10/0,4кВ) малой мощности.

|           |                |          |         |      |                                                                      |  |  |                         |      |        |
|-----------|----------------|----------|---------|------|----------------------------------------------------------------------|--|--|-------------------------|------|--------|
|           |                |          |         |      | ФЮРА.140400.004 ПЗ                                                   |  |  |                         |      |        |
| Изм       | Лист           | № докум. | Подпись | Дата | Финансовый менеджмент<br>ресурсоэффективность и<br>ресурсосбережение |  |  | Лит.                    | Лист | Листов |
| Разраб.   | П.А.Павлов     |          |         |      |                                                                      |  |  |                         |      |        |
| Проверил  | Ю.А.Краснятов  |          |         |      |                                                                      |  |  |                         |      |        |
| Консульт. | Л.А.Коришнуова |          |         |      |                                                                      |  |  | ТПУ ИДО<br>гр. 3 - 5А12 |      |        |
|           |                |          |         |      |                                                                      |  |  |                         |      |        |
|           |                |          |         |      |                                                                      |  |  |                         |      |        |

### 3.2 Состав и структура основных этапов реконструкции ВЛ 0,4 кВ

Таблица 3.1 Этапы выполнения работ

| Код работы | Наименование работы                                   | Потребная численность, чел.                    | Продолжительность работы |            |           |          |
|------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------|------------|-----------|----------|
|            |                                                       |                                                | $t_{min}$                | $t_{н.в.}$ | $t_{max}$ | $t_{ож}$ |
| А          | Подбор кадров                                         | Руководитель<br>Инженер                        | 3                        | 4          | 5         | 4        |
| Б          | Разработка задания                                    | Руководитель<br>Инженер                        | 1                        | 2          | 3         | 2        |
| В          | Сбор и изучение литературы                            | Руководитель<br>Инженер                        | 5                        | 6          | 7         | 6        |
| Г          | Анализ полученной информации                          | Инженер<br>Инженер-конструктор                 | 2                        | 3          | 4         | 3        |
| Д          | Проектирование ВЛ                                     | Инженер<br>Инженер-конструктор                 | 7                        | 10         | 12        | 10       |
| Е          | Расчет токов КЗ, расчет уставок устанавливаемых защит | Инженер                                        | 7                        | 8          | 10        | 8        |
| Ж          | Выбор оборудования                                    | Руководитель<br>Инженер                        | 2                        | 2          | 3         | 2        |
| З          | Анализ и проверка выбранного оборудования             | Инженер                                        | 6                        | 7          | 8         | 7        |
| И          | Доработка схем                                        | Руководитель<br>Инженер-конструктор<br>Инженер | 1                        | 2          | 3         | 2        |
| К          | Выводы и предложения по проделанной работе            | Руководитель<br>Инженер                        | 2                        | 2          | 3         | 2        |
| Л          | Оформление отчета по проделанной работе               | Руководитель<br>Инженер                        | 10                       | 11         | 12        | 11       |
| М          | Выполнение графической части                          | Инженер<br>Инженер-конструктор                 | 15                       | 16         | 17        | 16       |

| Продолжение таблицы 3.1 |                                              |                         |    |    |    |    |
|-------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|----|----|----|----|
| Н                       | Согласование и<br>сдача проекта<br>заказчику | Руководитель<br>Инженер | 2  | 3  | 4  | 3  |
| Итого                   |                                              |                         | 63 | 76 | 91 | 76 |

Далее производим построение графика Ганта рисунок 3.1.

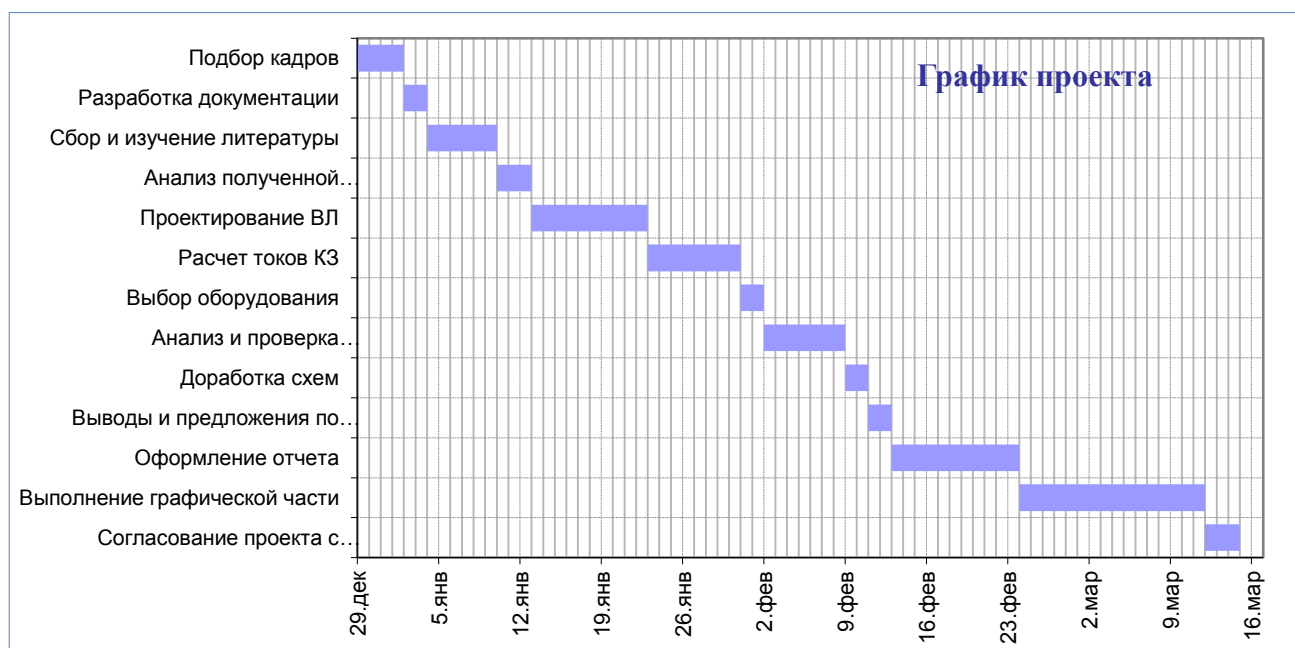


Рис.3.1 Диаграмма Ганта

### 3.3 Расчет затрат на проектирование

Рассчитаем себестоимость проделанной работы. Необходимые статьи затрат:

1. Материальные затраты.
2. Затраты на оплату труда.
3. Отчисления в социальные фонды.
4. Амортизационные отчисления.
5. Прочие неучтенные затраты.
6. Накладные расходы.

### **3.3.1 Материальные затраты**

В элементе «материальные затраты» отражается стоимость приобретенных со стороны сырья и материалов, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя ее основу.

Комплекующие:

- карты памяти – 300 руб. (1 шт.)
- бумага – 120 руб. (500 листов)
- канцтовары – 1000 руб.

$$И_{\text{м}} = 300 + 120 + 1000 = 1420 \text{руб.}$$

### **3.3.2 Затраты на оплату труда**

В состав затрат на оплату труда включаются:

1. Выплаты заработной платы за фактически выполненную работу, исходя из установленных расценок, тарифных ставок и должностных окладов в соответствии с принятыми на предприятии формами и системами оплаты труда.
2. Выплаты стимулирующего характера по системам положения.
3. Выплаты с учетом районного коэффициента.
4. Оплата в соответствии с действующим законодательством очередных ежегодных и дополнительных отпусков.
5. Другие виды выплат за исключением расходов по оплате труда, финансируемых за счет прибыли предприятия. Организация заработной платы основана на тарифной системе.

Тарифный фонд для бюджетных работ рассчитывается по единой тарифной сетке. Она предусматривает 18 разрядов. Тарифная сетка применяется для установления соотношений в оплате труда в зависимости от

квалификации рабочего определяемой присвоенным разрядом. Каждому разряду соответствует определенный тарифный коэффициент.

Таблица 3.2 Расчет заработной платы исполнителей

| Исполнитель             | Оклад, руб.<br>(ЗП <sub>т</sub> ) | Коэффициент<br>доплат за<br>неотработанное<br>время | Районный<br>коэффициент | Месячная<br>зарплата |
|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|----------------------|
| 1                       | 2                                 | 3                                                   | 4                       | 5                    |
| Руководитель<br>(снс)   | 25000                             | 1,16                                                | 1,3                     | 37 700               |
| Инженер-<br>конструктор | 16000                             | 1,08                                                | 1,3                     | 22 464               |
| Инженер                 | 16000                             | 1,08                                                | 1,3                     | 22 464               |

Районный коэффициент Томской области – 1,3.

Время работы исполнителей 76 дней (3,5 мес).

Т – количество трудодней – 76 – 3,5 мес. (в 1 мес. 22 рабочих дня);

$T_{рук} = 31 \text{ день} = 1,41 \text{ мес.}$

$T_{инж.кон} = 46 \text{ день} = 1,53 \text{ мес.}$

$T_{инж} = 62 \text{ день} = 3 \text{ мес.}$

$ЗП_{рук} = 37\,700 * 1,41 = 53\,157 \text{ руб.}$

$ЗП_{инж.кон} = 22\,464 * 1,53 = 34\,370 \text{ руб.}$

$ЗП_{инж} = 22\,464 * 3 = 67\,392 \text{ руб.}$

$ЗП_{фонд} = ЗП_{рук} + ЗП_{инж.кон.} + ЗП_{инж} = 154\,919 \text{ руб.}$

### 3.3.3 Отчисления в социальные фонды

Социальный налог включает в себя: обязательные отчисления по установленным законодательством нормам органам государственного

социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования от элемента «Затрат на оплату труда».

Социальные отчисления ( $I_{CO}$ ) составляют 30% от фонда заработной платы (ФПЗ).

$$I_{CO} = Z_{\text{Пфонд}} * 0,3 = 154\,919 * 0,3 = 46\,476 \text{ руб.}$$

### 3.3.4 Амортизационные отчисления

Находим амортизационные отчисления по формуле:

$$I_{\text{ам}} = \frac{\text{Фосн} * \text{Ттр.дней}}{n * \text{Ткол.дней}} ;$$

где: Фосн. - балансовая стоимость основных фондов;

Ттр. дней - количество трудовых дней;

n - срок службы в годах;

Ткол. дней - количество дней в году.

Таблица 3.3 Затраты на оборудование

| Наименование   | Срок службы | Ед. изм. | Цена, т.р.  | $I_{\text{ам}}$ , т.р. |
|----------------|-------------|----------|-------------|------------------------|
| Принтер        | 5           | Лет.     | 4,5         | 0,093                  |
| Ноутбук (3шт)  | 3           | Лет.     | 60          | 1,249                  |
| Мебель (3к-та) | 10          | Лет.     | 15          | 0,312                  |
| Итого          |             |          | <b>79,5</b> | <b>1,654</b>           |

### 3.3.5 Прочие неучтенные затраты

К неучтенным затратам относятся подготовка кадров, оплата услуг связи.

Прочие расходы составляют 10% от всех издержек.

$$Pr = 0,1 * (I_{\text{м}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{CO}} + I_{\text{ам}}),$$

$$Pr = 0,1 * (1420 + 154919 + 46479 + 1654) = 20447,2 \text{ руб.}$$



### 3.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы – это расходы, связанные с производством, управлением и хозяйственным обслуживанием организации, которые в равной степени относятся ко всем разрабатываемым темам (оплата административных расходов, расходов на содержание зданий и помещений, оплата труда административно-управленческого персонала). Величина накладных расходов принимается как 200% от фонда заработной платы.

$$Нр = 2 * \text{Изп} = 2 * 154\,919 = 309\,838 \text{ руб.}$$

### 3.4 Определение прибыли и договорной цены разработки

Таблица 3.4 Смета затрат

| Виды затрат                    | Затраты, руб. |
|--------------------------------|---------------|
| Материальные затраты           | 1420          |
| Затраты на оплату труда        | 154 919       |
| Отчисления на социальные фонды | 46 479        |
| Амортизационные отчисления     | 1 654         |
| Прочие расходы                 | 20 447,2      |
| Накладные расходы              | 309 838       |
| Себестоимость                  | 686 628,2     |
| Прибыль (20% от себестоимости) | 137325,6      |
| Договорная цена                | 823953,84     |

Договорная цена должна обеспечить получение прибыли, достаточной для отчисления налоговых средств и фиксированных платежей в специальные фонды и бюджеты разного уровня в соответствии с утверждёнными экономическими нормативами, а также для развития предприятия-разработчика (или кафедры и т.д.) и поощрения исполнителей. Величина договорной цены должна устанавливаться с учетом эффективности, качества и сроков исполнения разработки на уровне, отвечающем экономическим интересам заказчика (потребителя) и исполнителя.

### 3.5 Расчет капиталовложений в реконструкцию ВЛ 0,4 кВ от МТП О-9-5

Определяем количество и стоимость, монтируемого оборудования

Таблица 3.5 – Стоимость оборудования

| Поз    | Наименование оборудования               | Количество | Ед. изм. | Ст-ть руб. | Общая ст-ть руб |
|--------|-----------------------------------------|------------|----------|------------|-----------------|
| 1      | Провод АС-70                            | 0,05       | км.      | 13556      | 677,8           |
| 2      | Опора СВ-110                            | 93         | шт.      | 4380       | 407340          |
| 3      | Опора СВ-95                             | 20         | шт.      | 3700       | 74000           |
| 4      | Провод СИП 2 2х16                       | 1          | км.      | 16587      | 16587           |
| 5      | Провод СИП 2 3х70 + 1х70                | 2,3        | км.      | 32248      | 74170,4         |
| 7      | МТП 10/0,4 кВ 250 кВА                   | 1          | шт.      | 478000     | 478000          |
| 8      | Крюк монтажный CF 16                    | 37         | шт.      | 312        | 11544           |
| 9      | Клиновой зажим типа DN                  | 168        | шт.      | 137        | 23016           |
| 10     | Комплект промежуточной подвески типа ES | 73         | шт.      | 256        | 18688           |
| 11     | Ответвительный зажим                    | 550        | шт.      | 98         | 53900           |
| Итого: |                                         | 1157923    |          |            |                 |

Таблица 3.6 - Ведомость объемов строительных и электромонтажных работ.

| Поз | Наименование работ                            | Тип,<br>обозначение            | Кол-<br>во | Ед.<br>изм. | Ст-ть<br>работ<br>руб. | Общая<br>Ст-ть<br>Руб |
|-----|-----------------------------------------------|--------------------------------|------------|-------------|------------------------|-----------------------|
| 1   | Монтаж<br>ответвления ВЛ- 10кВ к<br>МТП О-9-5 | АС – 70                        | 0,05       | шт.         | 5905                   | 5905                  |
| 2   | Демонтаж ответвлений к<br>вводам              | А-25,А-<br>16,А-35             | 1          | км.         | 704                    | 704                   |
| 3   | Демонтаж проводов ВЛ-<br>0,4 кВ               | А-25,А-<br>16,А-35             | 2,3        | км          | 19785                  | 45505                 |
| 4   | Демонтаж деревянных<br>опор ВЛ-0,4 кВ         |                                | 93         | шт.         | 1951                   | 181443                |
| 5   | Установка ж\б опор ВЛ 0,<br>4 кВ              | СВ-110                         | 93         | шт.         | 2565                   | 238545                |
| 6   | Установка ж\б подкосов                        | СВ-95                          | 20         | шт.         | 3466                   | 69320                 |
| 7   | Монтаж ответвлений к<br>вводам                | СИП 2 2х16                     | 1          | км.         | 1905                   | 1905                  |
| 8   | Монтаж проводов ВЛ-0,4<br>кВ                  | СИП 2 3х70<br>+ 1х70           | 2,3        | км          | 22890                  | 52647                 |
| 9   | Монтаж МТП 10/0,4 кВ                          | Трансформа<br>тор ТМ 250<br>кВ | 1          | шт.         | 13750<br>0             | 137500                |
| 10  | Демонтаж КТП 10/0,4 кВ                        | Трансформа<br>тор ТМ 160<br>кВ | 1          | шт.         | 46320                  | 46320                 |

|                         |                                                          |                                                      |     |     |     |       |
|-------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-------|
| 11                      | Монтаж крюков<br>монтажных для подвеса                   | Крюк<br>монтажный                                    | 37  | шт. | 230 | 8510  |
| Продолжение таблицы 3.6 |                                                          |                                                      |     |     |     |       |
| 11                      | провода                                                  | CF 16                                                |     |     |     |       |
| 12                      | Установка анкерных<br>клиновых зажимов                   | Клиновой<br>зажим типа<br>DN                         | 168 | шт. | 156 | 26208 |
| 13                      | Установка комплекта<br>промежуточного подвеса<br>провода | Комплект<br>промежуточ<br>ной<br>подвески<br>типа ES | 73  | шт. | 245 | 17885 |
| 14                      | Монтаж ответвительных<br>зажимов                         | Ответвитель<br>ный зажим                             | 550 | шт. | 95  | 52250 |
| Итого                   |                                                          | 884647                                               |     |     |     |       |

Суммарное значение капиталовложений на реконструкцию линии и ТП

$$\sum K = K_{\text{проект}} + K_{\text{об.}} + K_{\text{монт.}} = 823953,84 + 1157923 + 884647 =$$

$$= 2866523,84 \text{ руб.} = 2866,52 \text{ тыс. руб.}$$

### **3.6 Расчет экономической эффективности инвестиций по сроку окупаемости проекта**

Основной целью расчетов эффективности развития электрических сетей является выбор оптимальной схемы сети при заданных нагрузках, электропотреблении, размещении источников и потребителей.

Целью инвестора в условиях рыночной экономики является выбор объекта для наиболее эффективного вложения капитала. Эффективность капитальных вложений (инвестиций) определяется сопоставлением затрат и полученного эффекта.

Электрические сети сами не производят продукцию, которая могла приносить прибыль, а осуществляют только передачу электрической энергии. Поэтому эффективность объектов электрической сети должна оцениваться по влиянию на стоимости поставляемой потребителю электроэнергии. Инвестиции необходимые для строительства электросетей обеспечиваются за счёт всех потребителей оплачивающих их по тарифу на электроэнергию.

Годовое потребление электроэнергии по ТП О-9-5 в год:

$$W_{\text{год}} = \Delta \Sigma P * T_{\text{max}} = 139,2 * 5400 = 751680 \text{ кВт ч / год}$$

где  $T_{\text{max}} = 5400$  час;

Годовые потери электроэнергии состоят из потерь в воздушной линии и потерь в трансформаторе:

$$\Delta W_{\text{пот}} = \Delta W_{\text{л}} + \Delta W_{\text{тр}}' + \Delta W_{\text{тр}}'' = \Delta \Sigma P_{\text{ВЛ}} * \tau_{\text{пот}} + \Delta P_{\text{тр}} * \tau_{\text{пот}} + \Delta P_{\text{хх}} * t;$$

$$\Delta W_{\text{пот}} = 1,7 * 3862 + 0,4 * 3862 + 1,63 * 8760 = 22389 \text{ кВт ч / год}$$

где

$$\tau_{\text{пот}} = (0,124 + T_{\text{max}} * 10^{-4})^2 * t = (0,124 + 5400 * 10^{-4})^2 * 8760 = 3862 \text{ час}$$

$t = 8760$  час.

Тариф на электроэнергию на 2016 год:

- тариф на электроэнергию 0,32 руб.

Чистая прибыль:

$$П_{\text{чист}} = (\text{тариф} * W_{\text{год}} - I_{\Sigma}) - \text{налоги};$$

Суммарные издержки:

$$I_{\Sigma} = I_{\text{ам}} + I_{\text{рем}} + I_{\text{обс}} + I_{\text{пот}}$$

Издержки на амортизацию:

$$I_{\text{ам}} = 0,035 * K = 0,035 * 1457,3 = 51 \text{ тыс.руб.}$$

Издержки на ремонт:

$$I_{\text{рем}} = 0,029 * K = 0,029 * 1457,3 = 42,262 \text{ тыс.руб.}$$

Издержки на обслуживание:

$$И_{\text{обс}} = 0,02 * K = 0,02 * 1457,3 = 29,146 \text{ тыс.руб.}$$

Стоимость потерь электроэнергии:

$$И_{\text{пот}} = \Delta W_{\text{пот}} * \tau = 22389 * 1.12 * 10^{-3} = 36,5 \text{ тыс.руб.}$$

$$И_{\Sigma} = 51 + 42,262 + 29,146 + 36,5 = 158,9 \text{ тыс.руб.}$$

$$П_{\text{чист}} = (0,32 * 10^{-3} * 751680 - 158,9) - 30\% = 716,8 \text{ тыс. руб.}$$

Срок окупаемости:

$$T_{\text{ок}} = 2866,52 / 716,8 = 4; \text{ то есть (4 года)}$$

$$T_{\text{ок}} \approx 4 \text{ года}$$

При  $E=0\%$

## 6. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть станций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учеб.пособие для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат,1989.-608с.:ил.
2. Правила устройства электроустановок: 7-е изд., перераб. и дополн. - М.: Энергоатомиздат, 2003. - 776 с.: ил.
3. Электрические системы и сети в примерах и иллюстрациях: Учеб. Пособие для электроэнергетических спец./ В.В. Ежков, Г.К. Заруцкий, Е.Н. Зуев и др.;Под ред. В.А. Строева.-М.:Высш. Шк., 1999-352 с.
4. Макаров Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ, Том 1/Под И.Т. Горюнова и др. - М.: Папирус ПРО, 1999-608с.: - 299 ил.
5. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ, Том 2/Под И.Т. Горюнова, А.А. Любимова,- М.: Папирус ПРО, 2003-640с.
6. Макаров Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ, Том 4/Под И.Т. Горюнова, А.А. Любимова,- М.: Папирус ПРО, 2005-640с.
7. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей вузов: Учеб. пособие для студентов электроэнергетических специальностей вузов, 2-е изд. перераб. и доп. / В.М. Блок, Г.К. Обушев, Л.Б. Паперно и др.; Под ред. В.М. Блок. - М.: Высш. шк., 1990.-383 с.:ил.
8. Рожкова Л.Д., Козулин Д.С. Электрооборудование станций и подстанций. Учеб. для техникумов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат,1987.-648с.:ил.

|         |      |               |         |      |                                     |                          |  |  |      |        |  |
|---------|------|---------------|---------|------|-------------------------------------|--------------------------|--|--|------|--------|--|
|         |      |               |         |      | ФЮРА.140400.004 ПЗ                  |                          |  |  |      |        |  |
| Изм.    | Лист | № докум.      | Подпись | Дата | Список использованных<br>источников | Лит.                     |  |  | Лист | Листов |  |
| Разраб. |      | П.А.Павлов    |         |      |                                     |                          |  |  |      |        |  |
| Руковод |      | Ю.А Краснятов |         |      |                                     |                          |  |  |      |        |  |
|         |      |               |         |      |                                     |                          |  |  |      |        |  |
|         |      |               |         |      |                                     |                          |  |  |      |        |  |
|         |      |               |         |      |                                     |                          |  |  |      |        |  |
|         |      |               |         |      |                                     | ТПУ ИнЭО<br>гр. 3 – 5А12 |  |  |      |        |  |

9. Электротехнический справочник, т. 3, кн. 1; Производство и распределение электроэнергии: Справочное издание / (Под ред.: И.Н. Орлова) 7-е изд., исп. и доп. - IV.: Энергоатс миздат, 1987. - 882 с.: ил.
10. Нормативы для определения расчетных электрических нагрузок зданий (квартир), коттеджей. Изменения к РД 34.20.185-94.
11. Инструкция по проектированию городских электрических сетей РД 34.20.185-94.
12. Свод правил по проектированию и строительству СП 31-110-2003.4. Ведомственные строительные нормы проектирования (Электрооборудование жилых и общественных зданий)
13. Типовая инструкция по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи напряжением 0,38-20 кВ с неизолированными проводами РД 153-34.3-20.662-98.
14. Территориальные единичные расценки на строительные работы по Омской области. Сборник № 33 Линии электропередачи. (ТЕР 81-02-33-2201). Книга 1. Электрические сети напряжением 0,38-1150 кВ. Администрация Омской области.
15. Фомина В.Н. Экономика электроэнергетики: Учебник.-М.:ИУЭ ГУУ, ВИПКэнерго, ИПК-госслужбы, 2005. – 329с.
16. Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов. /Под ред. Б. А. Князевского. 3-е изд., М.: Энергоатомиздат, 1983, 336 с.
17. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов/С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В.Белова. -М.: Высш. шк., 1999. - 448 с.
18. Безопасность жизнедеятельности / Под ред. О.Н. Русака. - СПб.: ЛТА, 1996.-231 с.
19. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»



20. Строительные нормы и правила РФ. Естественное искусственное освещение: СНиП 23-05-95: Введ.01.01.96-изд.офицю-М.: Госстрой России, 1999.-35 с.

21. Старкова Л.Е. Электрическое освещение: Учебное пособие.-2-е изд. испр. и доп.-Вологда: ВоГТУ, 2003.-111с

22. Техника безопасности при строительно-монтажных работах в энергетике: Справочное пособие/ Под ред. П. А. Долина. - М: Энергоатомиздат, 1990. - 544с: ил.