

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»

институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.С. Торопов

подпись

инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Анализ эффективности перевода потребителей 10 жилого района г. Абакана
на электроотопление

тема

Руководитель

подпись, дата

должность, ученая степень

Е. В. Платонова

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

М. Н. Золотухин

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

И.А. Кычакова

инициалы, фамилия

Абакан 2023

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»

институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.С. Торопов

«__» _____ 2023 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в виде бакалаврской работы

Студенту Золотухину Михаилу Николаевичу

(фамилия, имя, отчество)

Группа ЗХЭн18-01 (3-18)

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код)

(наименование)

Тема выпускной квалификационной работы Анализ эффективности перевода потребителей 10-го жилого района г. Абакана на электроотопление

Утверждена приказом по институту № _____ от _____. 2023 г.

Руководитель ВКР Платонова Е. В., доцент кафедры «Электроэнергетика»

(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для ВКР: Планы участков, трассы ЛЭП 10 кВ, трассы ЛЭП 0,4 кВ, данные об источниках питания

Перечень разделов ВКР:

1 Теоретическая часть

1.1 Виды систем отопления частных жилых домов

1.2 Практика и проблемы перевода потребителей жилых районов на электроотопление

2 Аналитическая часть

2.1 Расчет электрических нагрузок жилого района до перевода на электроотопление

2.2 Пересчет электрических нагрузок жилого района после перевода на электроотопление

2.3 Проверка допустимой загрузки трансформаторов существующих ТП. Проверка пропускной способности электрических сетей района. Выбор ТП при недостаточной мощности источников питания

3 Практическая часть

3.1 Анализ существующего электропотребления района

3.2 Анализ электропотребления района после перевода на электроотопление

3.3 Анализ коммерческих потерь электроэнергии

3.4 Оценка экономической эффективности перевода потребителей на электроотопление

Перечень графического материала

1. Планы электрических сетей 10-го жилого района г. Абакана (ТП-10-1–ТП-10-9).

2. Планы электрических сетей 10-го жилого района г. Абакана (ТП-10-10–ТП-10-17).

3. Технико-экономические показатели эффективности перевода потребителей на электроотопление

Руководитель ВКР

/ Е. В. Платонова

(подпись, инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению

/ М. Н. Золотухин

(подпись, инициалы и фамилия студента)

« 05 » марта 2023 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Анализ эффективности перевода потребителей 10-го жилого района г. Абакана на электроотопление» содержит 78 страниц текстового документа, 26 использованных источников, 3 листа графического материала, приложений нет.

ПОТРЕБИТЕЛЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ЭЛЕКТРООТОПЛЕНИЕ, ЧАСТНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ, ТРАНСФОРМАТОРНАЯ ПОДСТАНЦИЯ, ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ, МОЩНОСТЬ, ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ, ЭДЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ, ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ.

Объект исследования – 10-й жилой район г. Абакана, находящийся в юго-западной части города.

Целью бакалаврской работы является анализ эффективности перевода потребителей 10-го жилого района г. Абакана на электроотопление.

В теоретической части рассмотрены виды систем отопления частных жилых домов, освещена практика и проблемы перевода потребителей жилых районов на электроотопление

В аналитической части произведен расчет электрических нагрузок жилого района до перевода на электроотопление, произведена проверка допустимой загрузки трансформаторов существующих ТП, пропускной способности электрических сетей района, а также произведен выбор ТП при недостаточной мощности источников питания

В практической части проведен анализ существующего электропотребления района и анализ существующего электропотребления района на основе предыдущих расчетов. Рассчитаны потери электроэнергии, а также произведен итоговая оценка эффективности перевода потребителей на электроотопление.

Практическая значимость ВКР состоит в том, что данные исследования и полученные результаты позволят улучшить экологию Хакасии путем привлекательного тарифного стимулирования собственников частных жилых домов при использовании электроотопления (электрокотлов, керамических панелей отопления и других систем).

THE ABSTRACT

The final qualifying work on the topic “Analysis of the efficiency of switching consumers of the 10th residential district of Abakan to electric heating” contains 78 pages of a text document, 26 sources used, 3 sheets of graphic material, no applications.

ELECTRICITY CONSUMER, ELECTRIC HEATING, PRIVATE RESIDENTIAL HOUSE, ELECTRIC LOADS, TRANSFORMER SUBSTATION, ELECTRIC NETWORK CAPACITY, POWER, POWER SUPPLY, POWER CONSUMPTION, ELECTRICITY LOSS, TECHNICAL AND ECONOMIC RESULTS.

The object of study is the 10th residential area of Abakan, located in the southwestern part of the city.

The purpose of the bachelor's work is to analyze the effectiveness of the transfer of consumers in the 10th residential district of Abakan to electric heating.

In the theoretical part, the types and options for electric heating schemes for private residential buildings are considered, the practice and problems of transferring consumers of residential areas to electric heating are highlighted.

In the analytical part, the calculation of the electrical loads of a residential area was made before the transfer to electric heating, the permissible loading of transformers of existing transformer substations, the capacity of the electrical networks of the area were checked, and the choice of transformer substation was made in case of insufficient power supply

In the practical part, an analysis of the existing power consumption of the region and an analysis of the existing power consumption of the region based on previous calculations were carried out. The commercial losses of electricity are calculated, and a final assessment of the efficiency of switching consumers to electric heating is made.

The practical significance of the final qualifying work lies in the fact that these studies and the results obtained will improve the ecology of Khakassia through attractive tariff incentives for owners of private residential buildings when using electric heating (electric boilers, ceramic heating panels and other systems).

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Теоретическая часть.....	9
1.1 Виды систем отопления частных жилых домов	9
1.2 Практика и проблемы перевода потребителей жилых районов на электроотопление	12
2 Аналитическая часть.....	17
2.1 Расчет электрических нагрузок жилого района до перевода на электроотопление	17
2.2 Пересчет электрических нагрузок жилого района после перевода на электроотопление	42
2.3 Проверка допустимой загрузки трансформаторов существующих ТП. Проверка пропускной способности электрических сетей района. Выбор трансформаторов в ТП при недостаточной мощности источников питания ...	64
3 Практическая часть	71
3.1 Анализ существующего электропотребления района	71
3.2 Анализ электропотребления района после перевода на электроотопление	72
3.3 Оценка экономической эффективности перевода потребителей на электроотопление	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	75
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	76
ПРИЛОЖЕНИЕ А	79
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	80
ПРИЛОЖЕНИЕ В	98

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время очень актуальны проблемы, связанные с улучшением экологической ситуации в регионах России. В Сибири много регионов, которые входят в список самых загрязненных субъектов РФ. В частности, это, прежде всего, Красноярский край, характеризующийся металлургической отраслью, Кемеровская область с большими объемами добычи угля, Иркутская область. Недалеко от них в рейтинге находится и Хакасия, находящаяся с ними по соседству. В свою очередь, город Абакан находился на третьем месте в рейтинге загрязнения городов в 2020 году после Новокузнецка и Минусинска. Сейчас ситуация почти не изменилась, спустя почти три года и по состоянию на февраль 2023 года Абакан оказался теперь на втором месте после Читы и обогнал по количеству выбросов Минусинск [2, 4].

Экологическая обстановка в Абакане несколько улучшилась, но порой, особенно в отопительный период, становится тяжело дышать и в воздухе появляется гарь от работы твердотопливных котлов частного сектора. Жалобы от жителей Абакана на качество атмосферного воздуха поступали в Минприроды Хакасии и в 2022 году. Например, в некоторых районах Абакана концентрация бензапирена превысила в несколько раз нормативную ПДК. Указанное вещество образуется не только в результате выбросов промышленных предприятий и автотранспорта, но и в результате работы твердотопливных отопительных систем от индивидуальных жилых застроек [1, 8].

В связи с этим необходимо внедрять новые технологии, стимулировать переход и перевод оборудования различных потребителей на экологически чистые топлива, альтернативные и возобновляемые источники энергии. К этому перечню можно отнести также и использование электрической энергии, которая подается от централизованных источников питания в частные секторы.

Объект исследования – 10-й жилой район г. Абакана, находящийся в юго-западной части города.

Целью бакалаврской работы является анализ эффективности перевода потребителей 10-го жилого района г. Абакана на электроотопление.

Задачи исследования:

- рассмотреть виды систем отопления частных жилых домов;
- проанализировать существующую практику и проблемы перевода потребителей жилых районов на электроотопление;
- произвести расчет электрических нагрузок жилого района до перевода на электроотопление;
- пересчитать электрические нагрузки жилого района после перевода на электроотопление;
- произвести проверку допустимой загрузки трансформаторов существующих ТП, проверить пропускную способность электрических сетей района и выбрать трансформаторы в ТП при недостаточной мощности источников питания;
- проанализировать существующее электропотребление района;
- провести анализ электропотребления района после перевода на электроотопление;
- рассчитать потери электроэнергии в линиях при изменении сечений проводов на отдельных участках;
- оценить экономическую эффективность перевода потребителей на электроотопление.

Практическая значимость ВКР будет состоять в том, что данные исследования и полученные результаты позволят улучшить экологию Хакасии путем привлекательного тарифного стимулирования собственников частных жилых домов при использовании электроотопления (электродотлов, керамических панелей отопления и других систем).

1 Теоретическая часть

1.1 Виды систем отопления частных жилых домов

Предварительно перечислим наиболее распространенные существующие традиционные способы отопления частных домов, с указанием недостатков по сравнению с электроотоплением домов [3, 25]:

1) использование котлов, в которых сжигается магистральный природный газ (подвод данного ресурса к дому часто по техническим причинам может отсутствовать) – считается самым экономичным по причине невысокой стоимости газа;

2) использование котлов, в которых сжигается твердое топливо – каменный уголь (имеется необходимость хранения топлива, ощутимое влияние на экологию, неудобства в обслуживании);

3) использование котлов, работающих на сжиженном газе (имеется необходимость хранения топлива в дорогостоящем оборудовании – емкостях, присутствуют много вредных примесей, образующихся в результате сжигания);

4) использование альтернативных и возобновляемых источников энергии (ветрогенераторы, солнечные панели и коллекторы и др. системы, у которых имеется очень низкий КПД, а также требуется наличие ветряного или солнечного ресурса в том или ином районе);

5) электроотопление (главный недостаток – высокая стоимость электроэнергии при отсутствии стимулирования потребителей и снижения тарифа для тех, кто использует исключительно электроотопление, а также невозможность работы системы при отключениях подачи электричества); здесь возможно несколько вариантов, позволяющих потреблять меньше электрической энергии: начиная от отопительных систем с электрическими котлами (ТЭНовых, электродных или индукционных с достаточно большими системами циркуляции), инфракрасными керамическими обогревателями, трубчатыми, кабельными или инфракрасными «теплыми полами» и заканчивая си-

стемами с электрическими конвекторами с электронными или инверторными термостатами.

Отключение системы электроотопления от централизованного питания для обеспечения наибольшей надежности электроснабжения требует создания автономного источника электроэнергии или постоянного наличия мощных аккумуляторов.

Указанные системы электроотопления могут управляться с помощью смартфонов посредством программного обеспечения для системы «умный дом».

Владельцу частного жилого дома порой сложно принять решение в пользу установки той или иной системы электроотопления, тем не менее этому посвящено много статей в различных источниках [3, 24, 25]. Бывает так, что дом уже построен, и в нем уже все сделано под систему отопления с твердотопливным котлом. Тогда в этом случае наиболее целесообразно организовать два варианта:

1) если место в техническом помещении позволяет, то можно поставить электрод котел, а твердотопливный оставить как резервный вариант;

2) демонтировать твердотопливный котел, а вместо него поставить электрический (ТЭНовый, электродный или индукционный).

Если дом только строится и в нем еще твердо не намечен вид системы отопления, то в данном случае экономичнее будут выглядеть системы с инфракрасными керамическими обогревателями, но необходимо убедиться, что электропроводка справится с возросшей нагрузкой и их будет, куда подключать (есть ли розетки в определенных местах, иначе придется протягивать не эстетично смотрящиеся удлинители и т.п.) [24].

Например, керамические панели отопления «Никатэн» представляют собой энергосберегающее оборудование для отопления домов и не предполагают использования никаких труб и котлов [9]. Сравнительная характеристика данной системы с другими системами отопления представлена на рисунке 1.1.



Отопление "Никатэн"

- + Простой монтаж за 1 час;
- + Не пересушивает воздух;
- + Пожаробезопасное;
- + Высокая влагозащита;
- + Служит больше 25 лет;
- + Не требует обслуживания;



Электрический котел

- Сложный Монтаж от 7 дней;
- Сушит воздух;
- Высокое потребление;
- + Комфортный прогрев;
- Боится промерзания;
- Требуется обслуживание;



Твердотопливный котел

- Сложный монтаж от 7 дней;
- Сушит воздух;
- + Доступное топливо;
- Низкий комфорт;
- Пожароопасны;
- Постоянное обслуживание;



Конвектор отопления

- + Простой монтаж;
- Сушит воздух;
- Высокое потребление;
- + Пожаробезопасны;
- Низкая влагозащита;
- + Не требует обслуживания;

Рисунок 1.1 – Сравнительная характеристика керамических панелей отопления «Никатэн» с другими системами отопления

Каждая такая панель «Никатэн» представляет собой керамическую плиту толщиной 15 мм со встроенным нагревательным элементом, вентиляционным металлическим кожухом для естественной конвекции и удобными петлями для крепления к стене, общая толщина 40 мм. В панелях используется два вида теплового излучения: инфракрасное и конвекционное. Благодаря длинным инфракрасным лучам, вокруг панели нагреваются стены, пол, предметы мебели, которые затем отдают накопленное тепло и поэтому за счет такой теплоотдачи и медленной отдачи тепла в пространство дома требуется меньше электроэнергии. Они нагреваются до температуры в 85 °С и отдают тепло в течение 30-40 минут.

Конвекционный тип тепла обуславливается тем, что снизу панели поднимается холодный воздух, который проходит через панель, нагревается и поднимается вверх, вытесняя холодный воздух вниз. Благодаря всем этим процессам в помещении происходит естественная конвекция, за счет этого на каждые 10 м² необходимо 0,4-0,6 кВт.ч электроэнергии, а панели при этом достаточно работать 6-8 ч./сут при температуре на улице минус 20 °С [9].

Благодаря панелям «Никатэн», воздух в помещениях дома прогревается равномерно. За счет установки терморегуляторов, можно регулировать температуру в каждом помещении отдельно

Таким образом, вид системы электроотопления остается выбирать самим собственникам домов, что им будет выгоднее: либо это будут долгосрочные капитальные вложения либо нет.

1.2 Практика и проблемы перевода потребителей жилых районов на электроотопление

На сегодняшний день строительство любого источника теплогенерации, в том числе и ТЭЦ, должно идти по совершенно новым принципам. Более того, множество ТЭЦ сегодня просто невозможно вывести из эксплуатации (несмотря на их экономическую неэффективность в рамках современных

технологий) в рамках перевода жилых и других районов городов России на электроотопление, т.к. на такие ТЭЦ очень прочно технологически завязаны тепловые потребители. На некоторых ТЭЦ технологическое оборудование является очень устаревшим.

Можно прийти к выводу, что стоимость капитальных затрат, помноженная на социальную важность, не находится в гармонии с современными подходами отопления как частных, так и многоквартирных домов. Одним из единственных выходов, позволяющих решить проблемы экологии и перевести потребителей на электроотопление является перенос непосредственной генерации тепла из централизованных источников как можно ближе к потребителям и переход с принципов сжигания углеводородных топлив для нагрева теплоносителя на нагрев теплоносителя внутри домов по принципам индивидуальных тепловых пунктов либо установка электронагревательных приборов на центральных тепловых пунктах.

Поскольку многие районы в городах России строились в условиях плотной застройки и сейчас не удовлетворяют в полной мере новым сводам правил, пришедшим на замену СНиПам, и это не дает возможности соорудить какие-то тепловые пункты питания (например, на основе газа), то единственным вариантом здесь выступает отопление посредством электричества. Другой вопрос, что в рамках действующих тарифов на электроэнергию осуществление такой идеи практически невозможно. В то же время, с технической точки зрения, электрические сети населенных пунктов, как правило, при проектировании закладывались с запасом (имеются ввиду сечения проводов ЛЭП различного класса напряжения) и они могут выдержать. Поэтому реконструкция чаще всего может быть связана с заменой трансформаторов на трансформаторы большей мощности (если их пропускная способность окажется недостаточной).

Другая идея заключается в том, что, например, в некоторых районах Москвы, вследствие увеличения нагрузок, трансформаторные подстанции 10/0,4 кВ были заменены на напряжение 20/0,4 кВ и тем самым повысилась

пропускная способность высоковольтных кабелей.

Есть другие пилотные проекты, которые подразумевают для повышения пропускной способности сетей использование постоянного тока, причем электронагреватель монтируется вместе с электрическим аккумулятором или тепловым коллектором (здесь не принципиально, какой вид аккумулятора, в плане отдачи тепловой энергии потребителям). При этом все объекты теплоснабжения объединяются в так называемые сети Smart Grid, в которых подразумевается управление нагрузками в зависимости от режимов теплопотребления [12].

Есть достаточно много различного вида электрических станций в России, которые обладают большим незадействованным резервом мощности, и это может быть использовано для увеличения электрических нагрузок потребителей, в частности, за счет популяризации электроотопления. Например, Калининская АЭС (Росатом) и Конаковская ГРЭС (филиал Энел Россия) обладают таким потенциалом энергии и их можно использовать для реализации указанных целей, причем пропускная способность электрических сетей позволяет это осуществить. Такая недогруженность станций обусловлена не только текущим состоянием экономики (отсутствие в районе их сосредоточения энергоемких производств), но и «пресловутым» энергосбережением, которое производится без согласования с темпами вывода мощностей с энергетических рынков. В этой связи системный оператор не может недогружать находящуюся в этом же районе ТЭЦ-3 по электрической мощности, т.к. иначе эта тепловая электростанция не сможет обслуживать ее тепловую нагрузку. Т.е. системный оператор загружает станции, исходя из критериев надежности и устойчивости все энергосистемы, а не экономической эффективности. Кроме того, сами по себе электрические станции в таком режиме работают неэффективно не из-за того, что КПД у них может быть достаточно низким порядка 70-75% (для ГРЭС), а именно из-за недогруженности их энергетического оборудования и генерирующих агрегатов [12].

Исходя из изложенного, теплоэнергетическая отрасль – единственная

отрасль в стране, перевод которой на новые технологические рельсы (электроотопление, приближенное к потребителям), в состоянии дать колоссальную загрузку на десятки процентов больше, чем имеется в энергосистеме.

Следует отметить, что в середине ноября 2022 года в Госдуме поддержали предложение о том, что необходимо перевести частный сектор в городах РФ на электроотопление. По мнению экспертов из Минприроды России данная идея является хорошей альтернативой природному газу в рамках федерального проекта «Чистый воздух», а повышение стабильности и устойчивости систем энергоснабжения и перевод населения на электроотопление должны стать приоритетом [23].

На сегодняшний день барьером на пути перевода частного сектора на электроотопление выступает Постановление Правительства РФ № 1600 «Об утверждении Правил предоставления и распределения иных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации...». Согласно данному документу, федеральные средства не могут направляться на реконструкцию электросетей, не принадлежащих муниципальным или региональным органам власти. Существуют и другие преграды: например, жители поселков, расположенных вокруг градообразующих угольных предприятий используют для отопления своих частных домов льготный, пайковый уголь. Некоторым людям он достается бесплатно, так как они работали на угольных предприятиях. В связи с этим перевод на альтернативные источники дается с трудом.

Как показывает информация из интернет-источников и из СМИ, Хакасия, а конкретнее, г. Абакан является одним из первых городов, где предложили хорошую альтернативу печному топливу (преимущественно котлам на твердом топливе – угле) [6]. В августе 2022 года был запущен пилотный проект, который стал привлекать собственников жилых домов и участков 10-го жилого района г. Абакана [14]. Данный проект экологической направленности и предполагает переход с печного отопления на электроотопление. Ключевая идея проекта заключается в снижении тарифа на электроэнергию для

потребителей, перешедших исключительно на электроотопление. Разница в оплате будет субсидироваться с бюджета Республики Хакасия.

Трудности перевода каждого частного жилого дома на электроотопление могут быть связаны с дополнительными затратами, которые несет собственник при реконструкции своей системы отопления. Это может быть не только полная замена котла, но и монтаж электрических теплых полов или установка керамических панелей отопления и др., что по своим масштабам переходит в разряд капитальных затрат для владельца дома. Также нужен акт ввода в эксплуатацию, который свидетельствует о том, что технологическое присоединение участка с домовладением завершено и данный дом подключен (сдан).

По оценкам специалистов, в 10-м жилом городском районе есть запас мощности, точнее, пропускной способности электрических сетей (ЛЭП и трансформаторов в том числе), в отличие от других районов города, в которых на настоящий момент нет технической и экономической возможности осуществить подобный проект. Ожидания от внедрения пилотного проекта связаны не столько с предоставлением выгодного тарифа на электрическую энергию, но и со снижением вредных выбросов [6].

Снижение размера платежа является равным 0,72 руб./кВт.ч. Снижению подлежат затраты на отопление общей площади домовладения, не превышающей 200 **квадратных метров (далее - кв. м)**, в случае если общая площадь домовладения превышает 200 **м²**, то для расчета общего размера снижения платежа принимается площадь, равная 200 м² [14].

Таким образом, с помощью мер, направленных на существенное снижение тарифа за электроэнергию в случае применения исключительно электрического отопления, возможно улучшение экологической ситуации в частных секторах городских массивов. Однако в этом случае также возникает задача оценки новой нагрузки, которую должны будут выдерживать электрические сети напряжением 10 кВ и 0,4 кВ.

2 Аналитическая часть

2.1 Расчет электрических нагрузок жилого района до перевода на электроотопление

В настоящий момент 10-й жилой район города Абакана питается по линиям электропередач 10 кВ посредством 17-ти трансформаторных подстанций (оперативные номера ТП-10-1 – ТП-10-17). Воздушные питающие линии 10 кВ приходят на центральный источник питания района – РТП-24, состоящий из двух секций. В свою очередь, РТП-24 имеет два ввода и запитан от шин низкого напряжения ПС №97 «ЮГО-ЗАПАДНАЯ» посредством распределительного пункта №976. В качестве линий связи выступают две кабельные линии типов СБ 3х240 и АСБл 3х240.

От каждой секции РТП-24 отходят по 3 кабельные вставки марки АСБЛУ 3х120 и далее они доходят до ближайших первых опор района, после которых идут магистральные ЛЭП 10 кВ с проводами марки 3хАС-95. Все сети района обслуживаются МУП «Абаканские электрические сети». Схема подвода питания к районному РТП-24 представлена в Приложении А.

Наибольший интерес представляют сети 0,4 кВ, разветвляющиеся от трансформаторных подстанций ТП-10-1 – ТП-10-17 и до конечных потребителей (частных жилых домов). Схемы воздушных линии электропередач 0,4 кВ, отходящих от каждой ТП, с указанием номеров подключенных домов, представлены в Приложении Б.

Расчетная максимальная нагрузка от таких электроприемников, как частные жилые дома, питаемых по проводам СИП 0,4 кВ от ТП 10/0,4 кВ, может быть определена согласно РД 34.20.185-94 [18] и по источнику [10] в зависимости от количества и характера электроприемников, использующихся в том или ином частном доме. Т.к. рассматриваются жилые дома с электроплитами и водонагревателями, то, учитывая коэффициенты одновременности для электрических нагрузок в сетях напряжением 0,4 кВ для такого вида объектов, необходимо использовать формулу для расчета нагрузки:

$$P_{\max} = P_m \cdot n \cdot K_o, \quad (2.1)$$

где P_m – максимальная нагрузка одного частного дома (варьируется в зависимости от характера электроприемников и квадратуры дома);

n – количество частных домов, подключенных к магистральной линии (или ее отдельному участку (сегменту));

K_o – коэффициент одновременности, зависящий от количества электроприемников, питающихся от того или иного участка линии, таблица 2.1. Добавки к расчетной мощности не используем, т.к. однородные потребители отличаются по установленной мощности менее чем в четыре раза [19].

Таблица 2.1 – Коэффициенты одновременности для домов с электроплитами и водонагревателями в зависимости от числа потребителей, $U = 0,4$ кВ

n	K_o
1	2
2	0,73
3	0,62
5	0,50
7	0,43
10	0,38
15	0,32
20	0,29
50	0,22
100	0,17
200	0,15
500	0,12

Некоторых промежуточных значений в таблице 2.1 не указано, поэтому коэффициент одновременности определяется путем линейной интерполяции, округляя до двух-трех знаков после запятой (весь требуемый диапазон, при числе домов на одной линии до 35 единиц). Для удобства дальнейших расчетов сгенерируем промежуточные значения коэффициентов одновременности.

Таблица 2.2 – Коэффициенты одновременности для домов с электроплитами и водонагревателями в зависимости от числа потребителей, $U = 0,4$ кВ (весь требуемый диапазон, при числе домов на одной линии до 35 единиц)

n	K_o
1	2
2	0,73
3	0,62
4	0,56
5	0,50
6	0,47
7	0,43
8	0,418
9	0,40
10	0,38
11	0,37
12	0,36
13	0,344
14	0,33
15	0,32
16	0,314
17	0,308
18	0,302
19	0,296
20	0,29
21	0,288
22	0,285
23	0,283
24	0,281
25	0,278
26	0,276
27	0,274
28	0,271
29	0,269
30	0,267
31	0,264
32	0,262
33	0,260
34	0,257
35	0,255

Квадратура домов в 10-м жилом районе Абакана варьируется от 150 до 400 м². Собрать достоверную информацию по точной квадратуре домов не представляется возможным, поэтому, а также и для упрощения расчетов, все дома берем равными по 200 м² (в соответствии с рассмотренным постановлением о субсидировании все дома большой квадратуры приравниваются к 200 м² [14]). Принимаем максимальную нагрузку одного дома равной 15 кВт [10, 11, 18].

Учитываем также, что согласно последним существующим схемам (см. Приложение Б) не все участки подключены к центральному электроснабжению (причины разные: не достроен дом, не подключен дом и т.п.).

При той или иной принятой нагрузке одного дома в дальнейшем, разбиваем дома по подстанциям, оцениваем загрузку каждой подстанции без учета и с учетом увеличения потребления, потом принимаем решение о необходимости замены питающих проводников (проводов СИП), трансформаторов на ТП, строительства новых ТП.

Результаты замеров, осуществленным по всем трансформаторным подстанциям, представлены в Приложении В.

Для каждого участка полные и реактивные нагрузки, и расчетные токи могут быть определены по формулам [10]:

$$S_p = P_p / \cos\varphi, \quad (2.2)$$

$$Q_p = \sqrt{S_p^2 - P_p^2}, \quad (2.3)$$

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}. \quad (2.4)$$

Расчеты электрических нагрузок для каждой ТП сведем в отдельные таблицы 2.3-2.19.

Таблица 2.3 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-1

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	K_o	Суммарная установленная мощность коттеджей	P_p , кВт	S_p , кВА	Q_p , кВар	I_p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.2	6	7	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	5	6	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	4	5	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	3	4	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.2	2	3	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.2	1	2	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.2	КТП-1	1	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.4	10	11	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	9	10	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	8	9	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.4	7	8	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.4	6	7	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.4	5	6	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.4	4	5	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.4	3	4	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.4	2	3	13	0,344	195	67,080	69,875	19,565	106,167
Ф.4	1	2	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.4	КТП-1	1	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272

Таблица 2.4 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-2

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	K_o	Суммарная установленная мощность коттеджей	P_p , кВт	S_p , кВА	Q_p , кВар	I_p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	9	10	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.1	8	9	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.1	7	8	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.1	6	7	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.1	5	6	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.1	4	5	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.1	3	4	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.1	2	3	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.1	1	2	13	0,344	195	67,080	69,875	19,565	106,167
Ф.1	КТП-2	1	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.2	5	6	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	4	5	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	3	4	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	2	3	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.2	1	2	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.2	КТП-2	1	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.4	2	3	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	1	2	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	КТП-2	1	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948

Таблица 2.5 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-3

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	С _р , кВА	Q _р , кВар	И _р , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	1	2	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.1	КТП-3	1	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.2	5	6	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	4	5	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.2	3	4	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.2	2	3	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.2	1	2	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.2	КТП-3	1	13	0,344	195	67,080	69,875	19,565	106,167
Ф.4	11	12	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	10	11	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	9	10	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	8	9	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	7	8	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	6	7	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	5	6	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.4	4	5	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.4	3	4	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.4	2	3	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.4	1	2	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.4	КТП-3	1	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681

Таблица 2.6 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-4

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	С _р , кВА	Q _р , кВар	И _р , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	3	4	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.1	2	3	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.1	1	2	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.1	1-1	1-2	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.1	1	1-1	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.1	КТП-4	1	13	0,344	195	67,080	69,875	19,565	106,167
Ф.2	4	5	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	3	4	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	2	3	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.2	1	2	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.2	КТП-4	1	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.4	11	12	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	10	11	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	9	10	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	8	9	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	7	8	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	6	7	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.4	5	6	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.4	4	5	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.4	3	4	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.4	2	3	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.4	1	2	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.4	КТП-4	1	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681

Таблица 2.7 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-5

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	K_0	Суммарная установленная мощность коттеджей	P_p , кВт	S_p , кВА	Q_p , кВар	I_p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	6	7	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	5	6	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	4	5	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.1	3	4	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.1	2	3	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.1	1	2	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.1	КТП-5	1	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.2	11	12	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	10	11	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	9	10	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	8	9	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	7	8	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	6	7	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	5	6	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	4	5	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.2	3	4	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.2	2	3	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.2	1	2	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.2	КТП-5	1	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.3	7	8	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.3	6	7	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.3	5	6	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.3	4	5	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.3	3	4	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	2	3	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	1	2	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	1-1	1-2	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.3	1	1-1	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.3	КТП-5	1	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.4	8	9	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	7	8	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	6	7	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	5	6	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	4	5	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.4	3	4	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.4	2	3	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.4	1	2	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.4	КТП-5	1	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459

Таблица 2.8 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-6

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Q _р , кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	7	8	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.1	6	7	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.1	5	6	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.1	4	5	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.1	3	4	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.1	2	3	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.1	1	2	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.1	КТП-6	1	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.2	6	7	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	6-5	6-6	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	6-4	6-5	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	6-3	6-4	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.2	6-2	6-3	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.2	6-1	6-2	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.2	6	6-1	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.2	5	6	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.2	4	5	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.2	3	4	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272
Ф.2	2	3	18	0,302	270	81,540	84,938	23,783	129,053
Ф.2	1	2	18	0,302	270	81,540	84,938	23,783	129,053
Ф.2	КТП-6	1	19	0,296	285	84,360	87,875	24,605	133,516
Ф.4	8	9	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	7	8	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	6	7	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	5	6	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.4	4	5	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.4	3	4	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.4	2	3	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.4	1	2	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.4	КТП-6	1	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681

Таблица 2.9 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-7

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Q _р , кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.2	7	8	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	6	7	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	5	6	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.2	4	5	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.2	3	4	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.2	2	3	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.2	1	2	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272
Ф.2	КТП-7	1	17	0,308	255	78,540	81,813	22,908	124,305
Ф.4	6	7	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	5	6	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	4	5	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	3	4	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.4	2	3	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.4	1	2	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.4	1-1	1-2	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	1	1-1	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.4	КТП-7	1	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954

Таблица 2.10 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-8

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Q _р , кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	7	8	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.1	6	7	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	5	6	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.1	4	5	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.1	3	4	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.1	2	3	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.1	1	2	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.1	КТП-8	1	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.2	2	3	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	1	2	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	1-7	1-8	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	1-6	1-7	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	1-5	1-6	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	1-4	1-5	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	1-3	1-4	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	1-2	1-3	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.2	1-1	1-2	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.2	КТП-8	1	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.4	9	10	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	8	9	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	7	8	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	6	7	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.4	5	6	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.4	4	5	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.4	3	4	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.4	2	3	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.4	1	2	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.4	КТП-8	1	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681

Таблица 2.11 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-9

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	K_0	Суммарная установленная мощность котеджей	P_p , кВт	S_p , кВА	Q_p , кВар	I_p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	11	12	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	10	11	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.1	9	10	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.1	8	9	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.1	7	8	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.1	6	7	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272
Ф.1	5	6	18	0,302	270	81,540	84,938	23,783	129,053
Ф.1	4	5	20	0,29	300	87,000	90,625	25,375	137,694
Ф.1	3	4	23	0,283	345	97,635	101,703	28,477	154,526
Ф.1	2	3	25	0,278	375	104,250	108,594	30,406	164,996
Ф.1	1	2	26	0,276	390	107,640	112,125	31,395	170,361
Ф.1	КТП-9	1	27	0,274	405	110,970	115,594	32,366	175,632
Ф.2	6	7	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	5	6	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	4	5	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	3	4	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	2	3	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	1	2	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	КТП-9	1	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.3	17	18	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.3	16	17	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.3	15	16	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.3	14	15	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	13	14	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	12	13	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.3	11	12	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.3	10	11	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.3	9	10	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.3	8	9	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.3	7	8	13	0,344	195	67,080	69,875	19,565	106,167
Ф.3	6	7	13	0,344	195	67,080	69,875	19,565	106,167
Ф.3	5	6	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.3	4	5	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.3	3	4	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.3	2	3	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.3	1	2	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.3	КТП-9	1	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272
Ф.4	11	12	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	10	11	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	9	10	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.4	8	9	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.4	7	8	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.4	6	7	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.4	5	6	13	0,344	195	67,080	69,875	19,565	106,167
Ф.4	4	5	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.4	3	4	18	0,302	270	81,540	84,938	23,783	129,053
Ф.4	2	3	20	0,29	300	87,000	90,625	25,375	137,694
Ф.4	1	2	21	0,288	315	90,720	94,500	26,46	143,582
Ф.4	КТП-9	1	21	0,288	315	90,720	94,500	26,46	143,582

Таблица 2.12 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-10

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	P _p , кВт	S _p , кВА	Q _p , кВар	I _p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	12	13	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.1	11	12	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	10	11	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.1	9	10	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.1	8	9	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.1	7	8	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.1	6	7	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.1	5	6	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.1	4	5	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.1	3	4	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.1	2	3	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.1	1	2	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.1	КТП-10	1	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.2	21	22	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	20	21	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	19	20	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	18	19	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	17	18	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	16	17	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	15	16	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	14	15	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.2	13	14	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.2	12	13	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.2	11	12	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.2	10	11	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.2	10-2	10-3	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	10-1	10-2	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	10	10-1	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	9	10	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.2	8	9	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.2	7	8	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272
Ф.2	6	7	17	0,308	255	78,540	81,813	22,908	124,305
Ф.2	5	6	17	0,308	255	78,540	81,813	22,908	124,305
Ф.2	5-2	5-3	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	5-1	5-2	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	5	5-1	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	4	5	22	0,285	330	94,050	97,969	27,431	148,852
Ф.2	3	4	22	0,285	330	94,050	97,969	27,431	148,852
Ф.2	2	3	23	0,283	345	97,635	101,703	28,477	154,526
Ф.2	1	2	24	0,281	360	101,160	105,375	29,505	160,105
Ф.2	КТП-10	1	24	0,281	360	101,160	105,375	29,505	160,105
Ф.3	16	17	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.3	15	16	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.3	15-2	15-3	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.3	15-1	15-2	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	15	15-1	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	14	15	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.3	13	14	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.3	12	13	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.3	11	12	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.3	11-2	11-3	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.3	11-1	11-2	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	11	11-1	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Qp, кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.3	10	11	18	0,302	270	81,540	84,938	23,783	129,053
Ф.3	9	10	19	0,296	285	84,360	87,875	24,605	133,516
Ф.3	8	9	21	0,288	315	90,720	94,500	26,46	143,582
Ф.3	7	8	21	0,288	315	90,720	94,500	26,46	143,582
Ф.3	6	7	22	0,285	330	94,050	97,969	27,431	148,852
Ф.3	5	6	22	0,285	330	94,050	97,969	27,431	148,852
Ф.3	4	5	24	0,281	360	101,160	105,375	29,505	160,105
Ф.3	3	4	24	0,281	360	101,160	105,375	29,505	160,105
Ф.3	2	3	26	0,276	390	107,640	112,125	31,395	170,361
Ф.3	1	2	26	0,276	390	107,640	112,125	31,395	170,361
Ф.3	КТП-10	1	26	0,276	390	107,640	112,125	31,395	170,361
Ф.4	14	15	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	13	14	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	12	13	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	11	12	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	10	11	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	9	10	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	8	9	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	7	8	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.4	6	7	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.4	5	6	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.4	4	5	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.4	3	4	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.4	2	3	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.4	1	2	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.4	КТП-10	1	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466

Таблица 2.13 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-11

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Qp, кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	7	8	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.1	6	7	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	5	6	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.1	5-2	5-3	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	5-1	5-2	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.1	5	5-1	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.1	4	5	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.1	3	4	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.1	2	3	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.1	1	2	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.1	КТП-11	1	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.2	22	23	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	21	22	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	20	21	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	19	20	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	18	19	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	17	18	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	16	17	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	15	16	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	14	15	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность котеджей	P _p , кВт	S _p , кВА	Q _p , кВар	I _p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.2	13	14	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.2	13-2	13-3	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	13-1	13-2	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	13	13-1	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	12	13	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.2	11	12	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.2	10	11	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.2	9	10	13	0,344	195	67,080	69,875	19,565	106,167
Ф.2	9-2	9-3	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	9-1	9-2	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	9	9-1	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	8	9	19	0,296	285	84,360	87,875	24,605	133,516
Ф.2	7	8	20	0,29	300	87,000	90,625	25,375	137,694
Ф.2	6	7	21	0,288	315	90,720	94,500	26,46	143,582
Ф.2	5	6	22	0,285	330	94,050	97,969	27,431	148,852
Ф.2	4	5	22	0,285	330	94,050	97,969	27,431	148,852
Ф.2	3	4	23	0,283	345	97,635	101,703	28,477	154,526
Ф.2	2	3	24	0,281	360	101,160	105,375	29,505	160,105
Ф.2	1	2	25	0,278	375	104,250	108,594	30,406	164,996
Ф.2	КТП-11	1	26	0,276	390	107,640	112,125	31,395	170,361
Ф.3	22	23	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.3	21	22	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.3	20	21	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.3	19	20	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.3	18	19	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	17	18	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.3	16	17	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.3	16-2	16-3	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.3	16-1	16-2	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.3	16	16-1	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	15	16	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.3	КТП-11	15	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.4	14	15	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	13	14	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	12	13	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	12-2	12-3	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	12-1	12-2	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	12	12-1	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.4	11	12	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.4	10	11	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.4	9	10	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.4	8	9	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.4	7	8	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.4	6	7	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.4	5	6	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.4	4	5	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.4	3	4	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.4	2	3	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.4	1	2	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.4	КТП-11	1	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954

Таблица 2.14 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-12

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	P _p , кВт	S _p , кВА	Q _p , кВар	I _p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	11	12	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	10	11	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.1	9	10	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.1	8	9	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.1	7	8	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.1	6	7	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.1	5	6	13	0,344	195	67,080	69,875	19,565	106,167
Ф.1	4	5	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.1	3	4	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272
Ф.1	2	3	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272
Ф.1	1	2	17	0,308	255	78,540	81,813	22,908	124,305
Ф.1	КТП-12	1	17	0,308	255	78,540	81,813	22,908	124,305
Ф.2	15	16	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	14	15	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	13	14	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.2	12	13	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.2	11	12	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.2	10	11	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.2	9	10	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.2	8	9	18	0,302	270	81,540	84,938	23,783	129,053
Ф.2	7	8	18	0,302	270	81,540	84,938	23,783	129,053
Ф.2	6	7	18	0,302	270	81,540	84,938	23,783	129,053
Ф.2	КТП-12	6	19	0,296	285	84,360	87,875	24,605	133,516
Ф.3	14	15	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.3	13	14	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.3	12	13	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.3	11	12	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.3	10	11	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	9	10	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	8	9	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.3	7	8	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.3	6	7	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.3	5	6	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.3	4	5	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.3	3	4	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.3	2	3	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.3	1	2	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.3	КТП-12	1	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.4	10	11	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	9	10	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	8	9	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.4	7	8	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.4	6	7	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.4	5	6	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.4	4	5	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.4	3	4	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.4	2	3	17	0,308	255	78,540	81,813	22,908	124,305
Ф.4	1	2	17	0,308	255	78,540	81,813	22,908	124,305
Ф.4	КТП-12	1	17	0,308	255	78,540	81,813	22,908	124,305
Ф.6	16	17	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.6	15	16	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.6	14	15	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.6	13	14	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность котеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Qp, кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.6	12	13	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.6	11	12	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.6	10	11	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.6	9	10	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.6	8	9	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.6	7	8	19	0,296	285	84,360	87,875	24,605	133,516
Ф.6	7-5	7-6	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.6	7-4	7-5	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.6	7-3	7-4	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.6	7-2	7-3	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.6	7-1	7-2	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.6	7	7-1	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.6	КТП-12	7	27	0,274	405	110,970	115,594	32,366	175,632

Таблица 2.15 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-13

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность котеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Qp, кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	17	18	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	16	17	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.1	15	16	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.1	14	15	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.1	13	14	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.1	12	13	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.1	11	12	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.1	10	11	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272
Ф.1	10-6	10-7	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	10-5	10-6	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.1	10-4	10-5	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.1	10-3	10-4	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.1	10-2	10-3	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.1	10-1	10-2	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.1	10	10-1	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.1	9	10	26	0,276	390	107,640	112,125	31,395	170,361
Ф.1	8	9	27	0,274	405	110,970	115,594	32,366	175,632
Ф.1	7	8	28	0,271	420	113,820	118,563	33,198	180,142
Ф.1	7-9	7-10	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.1	7-8	7-9	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.1	7-7	7-8	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.1	7-6	7-7	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.1	7-5	7-6	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.1	7-4	7-5	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.1	7-3	7-4	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.1	7-2	7-3	17	0,308	255	78,540	81,813	22,908	124,305
Ф.1	7-1	7-2	19	0,296	285	84,360	87,875	24,605	133,516
Ф.1	7	7-1	21	0,288	315	90,720	94,500	26,46	143,582
Ф.1	КТП-13	7	23	0,283	345	97,635	101,703	28,477	154,526
Ф.3	5-10	5-11	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.3	5-9	5-10	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.3	5-8	5-9	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	5-7	5-8	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Qp, кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.3	5-6	5-7	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.3	5-5	5-6	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.3	5-4	5-5	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.3	5-3	5-4	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272
Ф.3	5-2	5-3	18	0,302	270	81,540	84,938	23,783	129,053
Ф.3	5-1	5-2	20	0,29	300	87,000	90,625	25,375	137,694
Ф.3	5	5-1	22	0,285	330	94,050	97,969	27,431	148,852
Ф.3	2-11	2-12	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.3	2-10	2-11	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.3	2-9	2-10	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.3	2-8	2-9	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.3	2-7	2-8	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.3	2-6	2-7	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.3	2-5	2-6	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.3	2-4	2-5	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272
Ф.3	2-3	2-4	18	0,302	270	81,540	84,938	23,783	129,053
Ф.3	2-2	2-3	20	0,29	300	87,000	90,625	25,375	137,694
Ф.3	2-1	2-2	22	0,285	330	94,050	97,969	27,431	148,852
Ф.3	2	2-1	24	0,281	360	101,160	105,375	29,505	160,105
Ф.3	4	5	22	0,285	330	94,050	97,969	27,431	148,852
Ф.3	3	4	23	0,283	345	97,635	101,703	28,477	154,526
Ф.3	2	3	24	0,281	360	101,160	105,375	29,505	160,105
Ф.3	1	2	48	0,22	720	158,400	165,000	46,2	250,699
Ф.3	КТП-13	1	48	0,22	720	158,400	165,000	46,2	250,699
Ф.6	5-10	5-11	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.6	5-9	5-10	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.6	5-8	5-9	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.6	5-7	5-8	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.6	5-6	5-7	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.6	5-5	5-6	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.6	5-4	5-5	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.6	5-3	5-4	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272
Ф.6	5-2	5-3	18	0,302	270	81,540	84,938	23,783	129,053
Ф.6	5-1	5-2	20	0,29	300	87,000	90,625	25,375	137,694
Ф.6	5	5-1	22	0,285	330	94,050	97,969	27,431	148,852
Ф.6	2-10	2-11	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.6	2-9	2-10	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.6	2-8	2-9	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.6	2-7	2-8	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.6	2-6	2-7	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.6	2-5	2-6	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.6	2-4	2-5	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.6	2-3	2-4	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272
Ф.6	2-2	2-3	18	0,302	270	81,540	84,938	23,783	129,053
Ф.6	2-1	2-2	20	0,29	300	87,000	90,625	25,375	137,694
Ф.6	2	2-1	22	0,285	330	94,050	97,969	27,431	148,852
Ф.6	4	5	22	0,285	330	94,050	97,969	27,431	148,852
Ф.6	3	4	23	0,283	345	97,635	101,703	28,477	154,526
Ф.6	2	3	24	0,281	360	101,160	105,375	29,505	160,105
Ф.6	1	2	46	0,22	690	151,800	158,125	44,275	240,253
Ф.6	КТП-13	1	46	0,22	690	151,800	158,125	44,275	240,253
Ф.2	20	21	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	19	20	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	18	19	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	17	18	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность котеджей	Р _р , кВт	С _р , кВА	Q _р , кВар	И _р , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.2	16	17	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.2	15	16	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.2	14	15	13	0,344	195	67,080	69,875	19,565	106,167
Ф.2	13	14	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.2	12	13	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.2	11	12	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.2	10	11	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.2	9	10	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272
Ф.2	8	9	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272
Ф.2	7	8	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272
Ф.2	7-6	7-7	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	7-5	7-6	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	7-4	7-5	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	7-3	7-4	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	7-2	7-3	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.2	7-1	7-2	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.2	7	7-1	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.2	6	7	27	0,274	405	110,970	115,594	32,366	175,632
Ф.2	5	6	28	0,271	420	113,820	118,563	33,198	180,142
Ф.2	4	5	29	0,269	435	117,015	121,891	34,129	185,199
Ф.2	3	4	30	0,267	450	120,150	125,156	35,044	190,161
Ф.2	3-5	3-6	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	3-4	3-5	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	3-3	3-4	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	3-2	3-3	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.2	3-1	3-2	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.2	3	3-1	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.2	2	3	38	0,23	570	131,100	136,563	38,238	207,491
Ф.2	1	2	39	0,23	585	134,550	140,156	39,244	212,952
Ф.2	КТП-13	1	39	0,23	585	134,550	140,156	39,244	212,952
Ф.4	22	23	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	21	22	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	20	21	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	19	20	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.4	18	19	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.4	17	18	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.4	16	17	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.4	15	16	13	0,344	195	67,080	69,875	19,565	106,167
Ф.4	14	15	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.4	5	14	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.4	5-8	5-9	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	5-7	5-8	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	5-6	5-7	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	5-5	5-6	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	5-4	5-5	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.4	5-3	5-4	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.4	5-2	5-3	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.4	5-1	5-2	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.4	5	5-1	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.4	КТП-13	5	26	0,276	390	107,640	112,125	31,395	170,361

Таблица 2.16 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-14

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	P _p , кВт	S _p , кВА	Q _p , кВар	I _p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.2	16	17	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	15	16	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	14	15	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	13	14	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	12	13	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	11	12	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	10	11	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	9	10	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	8	9	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.2	7	8	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.2	6	7	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.2	6-11	6-12	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	6-10	6-11	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	6-9	6-10	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	6-8	6-9	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	6-7	6-8	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	6-6	6-7	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	6-5	6-6	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	6-4	6-5	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	6-3	6-4	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.2	6-2	6-3	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.2	6-1	6-2	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.2	6	6-1	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.2	5	6	17	0,308	255	78,540	81,813	22,908	124,305
Ф.2	4	5	17	0,308	255	78,540	81,813	22,908	124,305
Ф.2	3	4	19	0,296	285	84,360	87,875	24,605	133,516
Ф.2	2	3	20	0,29	300	87,000	90,625	25,375	137,694
Ф.2	1	2	22	0,285	330	94,050	97,969	27,431	148,852
Ф.2	КТП-14	1	22	0,285	330	94,050	97,969	27,431	148,852
Ф.3	19	20	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.3	18	19	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.3	17	18	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.3	16	17	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.3	15	16	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.3	14	15	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.3	13	14	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.3	12	13	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.3	11	12	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.3	10	11	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.3	9	10	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.3	9-5	9-6	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.3	9-4	9-5	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.3	9-3	9-4	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.3	9-2	9-3	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.3	9-1	9-2	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	9	9-1	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	КТП-14	9	17	0,308	255	78,540	81,813	22,908	124,305
Ф.4	14	15	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	13	14	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	12	13	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	11	12	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.4	10	11	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.4	9	10	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	P _p , кВт	S _p , кВА	Q _p , кВар	I _p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.4	3	9	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.4	3-9	3-10	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	3-8	3-9	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	3-7	3-8	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	3-6	3-7	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	3-5	3-6	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.4	3-4	3-5	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.4	3-4-5	3-4-6	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	3-4-4	3-4-5	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	3-4-3	3-4-4	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	3-4-3-1	3-4-3-2	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	3-4-3	3-4-3-1	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	3-4-2	3-4-3	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.4	3-4-1	3-4-2	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.4	3-4	3-4-1	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.4	3-3	3-4	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.4	3-2	3-3	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.4	3-1	3-2	13	0,344	195	67,080	69,875	19,565	106,167
Ф.4	3-1-1	3-1-2	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	3-1	3-1-1	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	3	3-1	17	0,308	255	78,540	81,813	22,908	124,305
Ф.4	КТП-14	3	27	0,274	405	110,970	115,594	32,366	175,632
Ф.5	12	13	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.5	11	12	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.5	10	11	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.5	9	10	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.5	8	9	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.5	7	8	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.5	6	7	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.5	5	6	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.5	4	5	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.5	3	4	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.5	2	3	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.5	1	2	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.5	1-8	1-9	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.5	1-7	1-8	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.5	1-3	1-7	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.5	1-2	1-3	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.5	1-1	1-2	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.5	1	1-1	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.5	КТП-14	1	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.6	13	14	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.6	12	13	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.6	11	12	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.6	10	11	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.6	9	10	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.6	8	9	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.6	7	8	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.6	6	7	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.6	5	6	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.6	4	5	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.6	3	4	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.6	2	3	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.6	1	2	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.6	КТП-14	1	13	0,344	195	67,080	69,875	19,565	106,167

Таблица 2.17 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-15

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Qp, кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	16	17	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.1	15	16	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	14	15	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.1	13	14	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.1	12	13	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.1	11	12	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.1	10	11	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.1	9	10	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.1	8	9	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.1	7	8	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.1	7-9	7-10	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.1	7-8	7-9	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	7-7	7-8	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.1	7-6	7-7	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.1	7-5	7-6	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.1	7-4	7-5	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.1	7-3	7-4	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.1	7-2	7-3	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.1	7-1	7-2	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.1	7	7-1	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.1	6	7	22	0,285	330	94,050	97,969	27,431	148,852
Ф.1	5	6	23	0,283	345	97,635	101,703	28,477	154,526
Ф.1	4	5	24	0,281	360	101,160	105,375	29,505	160,105
Ф.1	3	4	24	0,281	360	101,160	105,375	29,505	160,105
Ф.1	2	3	25	0,278	375	104,250	108,594	30,406	164,996
Ф.1	1	2	26	0,276	390	107,640	112,125	31,395	170,361
Ф.1	КТП-15	1	27	0,274	405	110,970	115,594	32,366	175,632
Ф.2	7	8	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	6	7	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	5	6	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	4	5	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	3	4	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	2	3	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.2	1	2	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.2	1a-1	1a-2	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	1	1a-1	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	1-8	1-9	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	1-7	1-8	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	1-6	1-7	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	1-5	1-6	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	1-4	1-5	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.2	1-3	1-4	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.2	1-2	1-3	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.2	1-1	1-2	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.2	1	1-1	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.3	КТП-15	1	17	0,308	255	78,540	81,813	22,908	124,305
Ф.3	11	12	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.3	10	11	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.3	9	10	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.3	8	9	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.3	7	8	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.3	6	7	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.3	5	6	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Q _р , кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.3	4	5	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.3	3	4	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.3	2	3	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.3	1	2	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.3	1-8	1-9	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.3	1-7	1-8	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.3	1-6	1-7	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.3	1-5	1-6	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.3	1-4	1-5	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.3	1-3	1-4	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.3	1-2	1-3	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.3	1-1	1-2	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.3	1	1-1	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.3	КТП-15	1	20	0,29	300	87,000	90,625	25,375	137,694
Ф.4	9	10	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	8	9	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	7	8	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	6	7	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	5	6	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.4	4	5	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.4	3	4	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.4	2	3	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.4	1	2	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.4	1-5	1-6	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	1-4	1-5	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	1-3	1-4	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	1-2	1-3	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	1-1	1-2	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	1	1-1	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	КТП-15	1	13	0,344	195	67,080	69,875	19,565	106,167
Ф.5	14	15	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.5	13	14	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.5	12	13	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.5	11	12	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.5	10	11	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.5	9	10	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.5	8	9	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.5	7	8	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.5	6	7	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.5	5	6	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.5	4	5	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.5	3	4	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.5	2	3	13	0,344	195	67,080	69,875	19,565	106,167
Ф.5	1	2	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.5	1-5	1-6	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.5	1-4	1-5	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.5	1-3	1-4	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.5	1-2	1-3	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.5	1-1	1-2	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.5	1-1-4	1-1-5	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.5	1-1-3	1-1-4	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.5	1-1-2	1-1-3	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.5	1-1-1	1-1-2	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.5	1-1-1	1-1	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.5	1	1-1	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность кот-теджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Q _р , кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.5	КТП-15	1	20	0,29	300	87,000	90,625	25,375	137,694
Ф.6	21	22	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.6	20	21	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.6	19	20	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.6	18	19	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.6	17	18	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.6	16	17	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.6	15	16	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.6	14	15	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.6	13	14	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.6	12	13	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.6	11	12	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.6	10	11	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.6	7	10	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.6	КТП-15	7	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.7	28	29	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.7	27	28	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.7	26	27	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.7	25	26	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.7	24	25	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.7	23	24	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.7	22	23	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.7	21	22	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.7	21-2	21-3	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.7	21-1	21-2	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.7	21-1	21-1-1	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.7	21	21-1	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.7	20	21	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.7	19	20	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.7	18	19	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272
Ф.7	17	18	17	0,308	255	78,540	81,813	22,908	124,305
Ф.7	16	17	19	0,296	285	84,360	87,875	24,605	133,516
Ф.7	КТП-15	16	21	0,288	315	90,720	94,500	26,46	143,582

Таблица 2.18 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-16

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность кот-теджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Q _р , кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	12	13	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.1	11	12	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	10	11	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	9	10	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.1	8	9	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.1	7	8	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.1	7-1	7-2	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.1	7	7-1	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	6	7	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.1	6-1	6-2	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.1	6	6-1	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	5	6	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.1	4	5	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Q _р , кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	3	4	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.1	3-1	3-2	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.1	3	3-1	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	2	3	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.1	2-2	2-3	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.1	2-1	2-2	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	2	2-1	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.1	КТП-16	2	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.2	10	11	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	9	10	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	8	9	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	7	8	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	6	7	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	5	6	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.2	4	5	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.2	3	4	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.2	3-3	3-4	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	3-2	3-3	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	3-1	3-2	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	3	3-1	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	КТП-16	3	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.3	19	20	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.3	18	19	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.3	17	18	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.3	16	17	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.3	15	16	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	14	15	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.3	13	14	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.3	12	13	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.3	11	12	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.3	10	11	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.3	9	10	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.3	9-5	9-6	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.3	9-4	9-5	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.3	9-3	9-4	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.3	9-2	9-3	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.3	9-1	9-2	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	9	9-1	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.3	8	9	17	0,308	255	78,540	81,813	22,908	124,305
Ф.3	7	8	18	0,302	270	81,540	84,938	23,783	129,053
Ф.3	6	7	19	0,296	285	84,360	87,875	24,605	133,516
Ф.3	5	6	20	0,29	300	87,000	90,625	25,375	137,694
Ф.3	5-6	5-7	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.3	5-5	5-6	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.3	5-4	5-5	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.3	5-3	5-4	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.3	5-2	5-3	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	5-1	5-2	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.3	5	5-1	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.3	КТП-16	5	27	0,274	405	110,970	115,594	32,366	175,632
Ф.4	14	15	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	13	14	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	12	13	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	11	12	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	10	11	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Q _р , кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.4	10-3	10-4	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	10-2	10-3	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	10-1	10-2	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	10	10-1	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	9	10	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.4	8	9	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.4	7	8	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.4	6	7	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.4	5	6	13	0,344	195	67,080	69,875	19,565	106,167
Ф.4	4	5	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.4	3	4	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.4	3-3	3-4	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.4	3-2	3-3	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.4	3-1	3-2	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.4	3	3-1	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.4	КТП-16	3	19	0,296	285	84,360	87,875	24,605	133,516

Таблица 2.19 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-17

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Q _р , кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	14	15	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.1	13	14	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	12	13	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.1	11	12	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.1	10	11	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.1	9	10	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.1	9-1	9-2	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.1	9	9-1	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	8	9	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.1	8-1	8-2	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.1	8	8-1	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.1	7	8	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.1	6	7	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.1	5	6	13	0,344	195	67,080	69,875	19,565	106,167
Ф.1	4	5	13	0,344	195	67,080	69,875	19,565	106,167
Ф.1	3	4	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.1	2	3	15	0,32	225	72,000	75,000	21	113,954
Ф.1	1	2	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272
Ф.1	КТП-17	1	17	0,308	255	78,540	81,813	22,908	124,305
Ф.2	8	9	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	7	8	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	6	7	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	5	6	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	4	5	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	3	4	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.2	2	3	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.2	2-5	2-6	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.2	2-4	2-5	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.2	2-3	2-4	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.2	2-2	2-3	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.2	2-1	2-2	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.2	2	2-1	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Q _р , кВт	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.2	1	2	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.2	КТП-17	1	12	0,36	180	64,800	67,500	18,9	102,559
Ф.3	11-1	11	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.3	11-2	11-1	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.3	11-3	11-2	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.3	11-4	11-3	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	11-5	11-4	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.3	11-6	11-5	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.3	11-7	11-6	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.3	1-5	11-7	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.3	1-3	1-5	11	0,37	165	61,050	63,594	17,806	96,624
Ф.3	9-1	9	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.3	9-2	9-1	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.3	9-3	9-2	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.3	9-4	9-3	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.3	9-5	9-4	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.3	9-6	9-5	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.3	9-7	9-6	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.3	1-3	9-7	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.3	КТП-17	1-3	20	0,29	300	87,000	90,625	25,375	137,694
Ф.5	15	16	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.5	14	15	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.5	13	14	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.5	12	13	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.5	11	12	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.5	11-3	11-4	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.5	11-2	11-3	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.5	11-1	11-2	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.5	11	11-1	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.5	10	11	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.5	9	10	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.5	8	9	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.5	8-3	8-4	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.5	8-2	8-3	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.5	8-1	8-2	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.5	8	8-1	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.5	7	8	14	0,33	210	69,300	72,188	20,213	109,681
Ф.5	7	7-1	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.5	4	7	16	0,314	240	75,360	78,500	21,98	119,272
Ф.5	4-8	4-9	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.5	4-7	4-8	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.5	4-6	4-7	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.5	4-5	4-6	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.5	4-4	4-5	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.5	4-3	4-4	6	0,47	90	42,300	44,063	12,338	66,948
Ф.5	4-2	4-3	7	0,43	105	45,150	47,031	13,169	71,459
Ф.5	4-1	4-2	8	0,418	120	50,160	52,250	14,63	79,388
Ф.5	4	4-1	9	0,4	135	54,000	56,250	15,75	85,466
Ф.5	1	4	10	0,38	150	57,000	59,375	16,625	90,214
Ф.5	1-6	1-7	1	1	15	15,000	15,625	4,375	23,740
Ф.5	1-5	1-6	2	0,73	30	21,900	22,813	6,388	34,661
Ф.5	1-2	1-5	3	0,62	45	27,900	29,063	8,138	44,157
Ф.5	1-1	1-2	4	0,56	60	33,600	35,000	9,8	53,179
Ф.5	1	1-1	5	0,5	75	37,500	39,063	10,938	59,351
Ф.5	КТП-17	1	31	0,264	465	122,760	127,875	35,805	194,292

2.2 Пересчет электрических нагрузок жилого района после перевода на электроотопление

Проблемой руководящих документов и справочников является то, что в них не учитываются электронагрузки от электрического отопления домов [10, 11, 18]. Поэтому при осуществлении данных расчетов необходимо увеличить максимальные нагрузки домов с учетом электроотопления. Полагаем, что для отопления будут использоваться энергосберегающие керамические панели «Никатэн», характеристика которых рассматривалась в первом разделе работы [9].

В связи с этим необходимо определить, сколько нужно прибавить активной мощности к 15 кВт для одного среднестатистического дома, чтобы он учитывался как дом с электроотоплением. Как известно из проанализированной информации, представленной в п.1.1, получается, что на 1 м² необходимая электрическая мощность керамического обогревателя составит 50 Вт/м² [26]. Тогда при квадратуре дома в 200 м² потребуется дополнительно 10 кВт установленной мощности дома. Однако по данным городских проектных организаций в нагрузку электроотопления, особенно при использовании электрод котлов, необходимо закладывать не менее 25 кВт только на электроотопление. Тогда получается, что суммарная установленная мощность дома в этом случае принимается равной: $P = 15 + 25 = 40$ кВт (хотя нужно учитывать качество теплоизоляции каждого дома, что не представляется возможным).

Расчеты электрических нагрузок после перевода на электроотопление для каждой ТП сведем в отдельные таблицы 2.20-2.36.

Таблица 2.20 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-1

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	K_o	Суммарная установленная мощность коттеджей	P_p , кВт	S_p , кВА	Q_p , кВар	I_p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.2	6	7	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	5	6	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	4	5	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	3	4	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.2	2	3	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.2	1	2	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.2	КТП-1	1	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.4	10	11	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	9	10	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	8	9	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.4	7	8	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.4	6	7	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.4	5	6	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.4	4	5	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.4	3	4	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.4	2	3	13	0,344	520	178,880	186,333	52,173	283,113
Ф.4	1	2	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.4	КТП-1	1	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058

Таблица 2.21 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-2

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	K_o	Суммарная установленная мощность коттеджей	P_p , кВт	S_p , кВА	Q_p , кВар	I_p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	9	10	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.1	8	9	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.1	7	8	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.1	6	7	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.1	5	6	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.1	4	5	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.1	3	4	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.1	2	3	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.1	1	2	13	0,344	520	178,880	186,333	52,173	283,113
Ф.1	КТП-2	1	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.2	5	6	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	4	5	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	3	4	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	2	3	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.2	1	2	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.2	КТП-2	1	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.4	2	3	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	1	2	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	КТП-2	1	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528

Таблица 2.22 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-3

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность котеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Qp, кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	1	2	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.1	КТП-3	1	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.2	5	6	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	4	5	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.2	3	4	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.2	2	3	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.2	1	2	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.2	КТП-3	1	13	0,344	520	178,880	186,333	52,173	283,113
Ф.4	11	12	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	10	11	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	9	10	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	8	9	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	7	8	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	6	7	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	5	6	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.4	4	5	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.4	3	4	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.4	2	3	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.4	1	2	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.4	КТП-3	1	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482

Таблица 2.23 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-4

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность котеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Qp, кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	3	4	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.1	2	3	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.1	1	2	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.1	1-1	1-2	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.1	1	1-1	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.1	КТП-4	1	13	0,344	520	178,880	186,333	52,173	283,113
Ф.2	4	5	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	3	4	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	2	3	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.2	1	2	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.2	КТП-4	1	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.4	11	12	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	10	11	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	9	10	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	8	9	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	7	8	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	6	7	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.4	5	6	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.4	4	5	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.4	3	4	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.4	2	3	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.4	1	2	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.4	КТП-4	1	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482

Таблица 2.24 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-5

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	K_0	Суммарная установленная мощность коттеджей	P_p , кВт	S_p , кВА	Q_p , кВар	I_p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	6	7	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	5	6	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	4	5	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.1	3	4	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.1	2	3	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.1	1	2	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.1	КТП-5	1	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.2	11	12	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	10	11	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	9	10	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	8	9	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	7	8	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	6	7	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	5	6	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	4	5	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.2	3	4	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.2	2	3	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.2	1	2	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.2	КТП-5	1	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.3	7	8	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.3	6	7	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.3	5	6	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.3	4	5	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.3	3	4	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	2	3	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	1	2	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	1-1	1-2	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.3	1	1-1	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.3	КТП-5	1	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.4	8	9	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	7	8	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	6	7	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	5	6	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	4	5	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.4	3	4	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.4	2	3	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.4	1	2	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.4	КТП-5	1	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557

Таблица 2.25 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-6

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	С _р , кВА	Q _р , кВар	И _р , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	7	8	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.1	6	7	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.1	5	6	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.1	4	5	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.1	3	4	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.1	2	3	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.1	1	2	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.1	КТП-6	1	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.2	6	7	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	6-5	6-6	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	6-4	6-5	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	6-3	6-4	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.2	6-2	6-3	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.2	6-1	6-2	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.2	6	6-1	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.2	5	6	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.2	4	5	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.2	3	4	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058
Ф.2	2	3	18	0,302	720	217,440	226,500	63,42	344,141
Ф.2	1	2	18	0,302	720	217,440	226,500	63,42	344,141
Ф.2	КТП-6	1	19	0,296	760	224,960	234,333	65,613	356,043
Ф.4	8	9	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	7	8	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	6	7	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	5	6	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.4	4	5	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.4	3	4	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.4	2	3	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.4	1	2	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.4	КТП-6	1	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482

Таблица 2.26 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-7

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	С _р , кВА	Q _р , кВар	И _р , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.2	7	8	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	6	7	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	5	6	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.2	4	5	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.2	3	4	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.2	2	3	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.2	1	2	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058
Ф.2	КТП-7	1	17	0,308	680	209,440	218,167	61,087	331,480
Ф.4	6	7	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	5	6	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	4	5	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	3	4	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.4	2	3	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.4	1	2	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.4	1-1	1-2	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	1	1-1	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.4	КТП-7	1	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877

Таблица 2.27 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-8

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	P _p , кВт	S _p , кВА	Q _p , кВар	I _p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	7	8	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.1	6	7	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	5	6	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.1	4	5	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.1	3	4	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.1	2	3	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.1	1	2	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.1	КТП-8	1	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.2	2	3	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	1	2	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	1-7	1-8	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	1-6	1-7	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	1-5	1-6	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	1-4	1-5	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	1-3	1-4	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	1-2	1-3	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.2	1-1	1-2	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.2	КТП-8	1	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.4	9	10	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	8	9	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	7	8	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	6	7	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.4	5	6	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.4	4	5	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.4	3	4	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.4	2	3	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.4	1	2	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.4	КТП-8	1	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482

Таблица 2.28 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-9

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	K_0	Суммарная установленная мощность котеджей	P_p , кВт	S_p , кВА	Q_p , кВар	I_p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	11	12	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	10	11	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.1	9	10	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.1	8	9	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.1	7	8	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.1	6	7	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058
Ф.1	5	6	18	0,302	720	217,440	226,500	63,42	344,141
Ф.1	4	5	20	0,29	800	232,000	241,667	67,667	367,185
Ф.1	3	4	23	0,283	920	260,360	271,208	75,938	412,071
Ф.1	2	3	25	0,278	1000	278,000	289,583	81,083	439,989
Ф.1	1	2	26	0,276	1040	287,040	299,000	83,72	454,297
Ф.1	КТП-9	1	27	0,274	1080	295,920	308,250	86,31	468,351
Ф.2	6	7	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	5	6	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	4	5	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	3	4	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	2	3	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	1	2	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	КТП-9	1	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.3	17	18	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.3	16	17	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.3	15	16	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.3	14	15	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	13	14	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	12	13	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.3	11	12	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.3	10	11	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.3	9	10	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.3	8	9	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.3	7	8	13	0,344	520	178,880	186,333	52,173	283,113
Ф.3	6	7	13	0,344	520	178,880	186,333	52,173	283,113
Ф.3	5	6	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.3	4	5	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.3	3	4	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.3	2	3	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.3	1	2	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.3	КТП-9	1	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058
Ф.4	11	12	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	10	11	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	9	10	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.4	8	9	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.4	7	8	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.4	6	7	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.4	5	6	13	0,344	520	178,880	186,333	52,173	283,113
Ф.4	4	5	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.4	3	4	18	0,302	720	217,440	226,500	63,42	344,141
Ф.4	2	3	20	0,29	800	232,000	241,667	67,667	367,185
Ф.4	1	2	21	0,288	840	241,920	252,000	70,56	382,886
Ф.4	КТП-9	1	21	0,288	840	241,920	252,000	70,56	382,886

Таблица 2.29 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-10

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	P _p , кВт	S _p , кВА	Q _p , кВар	I _p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	12	13	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.1	11	12	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	10	11	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.1	9	10	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.1	8	9	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.1	7	8	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.1	6	7	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.1	5	6	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.1	4	5	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.1	3	4	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.1	2	3	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.1	1	2	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.1	КТП-10	1	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.2	21	22	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	20	21	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	19	20	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	18	19	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	17	18	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	16	17	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	15	16	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	14	15	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.2	13	14	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.2	12	13	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.2	11	12	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.2	10	11	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.2	10-2	10-3	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	10-1	10-2	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	10	10-1	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	9	10	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.2	8	9	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.2	7	8	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058
Ф.2	6	7	17	0,308	680	209,440	218,167	61,087	331,480
Ф.2	5	6	17	0,308	680	209,440	218,167	61,087	331,480
Ф.2	5-2	5-3	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	5-1	5-2	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	5	5-1	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	4	5	22	0,285	880	250,800	261,250	73,15	396,940
Ф.2	3	4	22	0,285	880	250,800	261,250	73,15	396,940
Ф.2	2	3	23	0,283	920	260,360	271,208	75,938	412,071
Ф.2	1	2	24	0,281	960	269,760	281,000	78,68	426,948
Ф.2	КТП-10	1	24	0,281	960	269,760	281,000	78,68	426,948
Ф.3	16	17	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.3	15	16	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.3	15-2	15-3	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.3	15-1	15-2	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	15	15-1	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	14	15	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.3	13	14	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.3	12	13	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.3	11	12	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.3	11-2	11-3	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.3	11-1	11-2	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	11	11-1	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Qp, кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.3	10	11	18	0,302	720	217,440	226,500	63,42	344,141
Ф.3	9	10	19	0,296	760	224,960	234,333	65,613	356,043
Ф.3	8	9	21	0,288	840	241,920	252,000	70,56	382,886
Ф.3	7	8	21	0,288	840	241,920	252,000	70,56	382,886
Ф.3	6	7	22	0,285	880	250,800	261,250	73,15	396,940
Ф.3	5	6	22	0,285	880	250,800	261,250	73,15	396,940
Ф.3	4	5	24	0,281	960	269,760	281,000	78,68	426,948
Ф.3	3	4	24	0,281	960	269,760	281,000	78,68	426,948
Ф.3	2	3	26	0,276	1040	287,040	299,000	83,72	454,297
Ф.3	1	2	26	0,276	1040	287,040	299,000	83,72	454,297
Ф.3	КТП-10	1	26	0,276	1040	287,040	299,000	83,72	454,297
Ф.4	14	15	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	13	14	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	12	13	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	11	12	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	10	11	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	9	10	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	8	9	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	7	8	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.4	6	7	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.4	5	6	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.4	4	5	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.4	3	4	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.4	2	3	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.4	1	2	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.4	КТП-10	1	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908

Таблица 2.30 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-11

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Qp, кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	7	8	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.1	6	7	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	5	6	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.1	5-2	5-3	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	5-1	5-2	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.1	5	5-1	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.1	4	5	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.1	3	4	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.1	2	3	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.1	1	2	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.1	КТП-11	1	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.2	22	23	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	21	22	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	20	21	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	19	20	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	18	19	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	17	18	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	16	17	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	15	16	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	14	15	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Q _р , кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.2	13	14	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.2	13-2	13-3	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	13-1	13-2	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	13	13-1	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	12	13	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.2	11	12	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.2	10	11	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.2	9	10	13	0,344	520	178,880	186,333	52,173	283,113
Ф.2	9-2	9-3	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	9-1	9-2	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	9	9-1	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	8	9	19	0,296	760	224,960	234,333	65,613	356,043
Ф.2	7	8	20	0,29	800	232,000	241,667	67,667	367,185
Ф.2	6	7	21	0,288	840	241,920	252,000	70,56	382,886
Ф.2	5	6	22	0,285	880	250,800	261,250	73,15	396,940
Ф.2	4	5	22	0,285	880	250,800	261,250	73,15	396,940
Ф.2	3	4	23	0,283	920	260,360	271,208	75,938	412,071
Ф.2	2	3	24	0,281	960	269,760	281,000	78,68	426,948
Ф.2	1	2	25	0,278	1000	278,000	289,583	81,083	439,989
Ф.2	КТП-11	1	26	0,276	1040	287,040	299,000	83,72	454,297
Ф.3	22	23	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.3	21	22	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.3	20	21	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.3	19	20	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.3	18	19	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	17	18	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.3	16	17	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.3	16-2	16-3	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.3	16-1	16-2	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.3	16	16-1	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	15	16	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.3	КТП-11	15	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.4	14	15	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	13	14	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	12	13	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	12-2	12-3	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	12-1	12-2	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	12	12-1	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.4	11	12	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.4	10	11	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.4	9	10	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.4	8	9	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.4	7	8	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.4	6	7	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.4	5	6	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.4	4	5	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.4	3	4	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.4	2	3	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.4	1	2	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.4	КТП-11	1	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877

Таблица 2.31 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-12

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	P _p , кВт	S _p , кВА	Q _p , кВар	I _p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	11	12	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	10	11	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.1	9	10	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.1	8	9	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.1	7	8	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.1	6	7	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.1	5	6	13	0,344	520	178,880	186,333	52,173	283,113
Ф.1	4	5	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.1	3	4	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058
Ф.1	2	3	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058
Ф.1	1	2	17	0,308	680	209,440	218,167	61,087	331,480
Ф.1	КТП-12	1	17	0,308	680	209,440	218,167	61,087	331,480
Ф.2	15	16	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	14	15	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	13	14	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.2	12	13	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.2	11	12	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.2	10	11	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.2	9	10	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.2	8	9	18	0,302	720	217,440	226,500	63,42	344,141
Ф.2	7	8	18	0,302	720	217,440	226,500	63,42	344,141
Ф.2	6	7	18	0,302	720	217,440	226,500	63,42	344,141
Ф.2	КТП-12	6	19	0,296	760	224,960	234,333	65,613	356,043
Ф.3	14	15	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.3	13	14	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.3	12	13	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.3	11	12	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.3	10	11	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	9	10	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	8	9	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.3	7	8	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.3	6	7	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.3	5	6	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.3	4	5	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.3	3	4	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.3	2	3	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.3	1	2	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.3	КТП-12	1	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.4	10	11	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	9	10	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	8	9	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.4	7	8	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.4	6	7	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.4	5	6	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.4	4	5	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.4	3	4	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.4	2	3	17	0,308	680	209,440	218,167	61,087	331,480
Ф.4	1	2	17	0,308	680	209,440	218,167	61,087	331,480
Ф.4	КТП-12	1	17	0,308	680	209,440	218,167	61,087	331,480
Ф.6	16	17	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.6	15	16	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.6	14	15	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.6	13	14	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность кот-теджей	Pp, кВт	Sp, кВА	Qp, кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.6	12	13	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.6	11	12	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.6	10	11	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.6	9	10	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.6	8	9	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.6	7	8	19	0,296	760	224,960	234,333	65,613	356,043
Ф.6	7-5	7-6	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.6	7-4	7-5	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.6	7-3	7-4	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.6	7-2	7-3	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.6	7-1	7-2	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.6	7	7-1	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.6	КТП-12	7	27	0,274	1080	295,920	308,250	86,31	468,351

Таблица 2.32 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-13

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность кот-теджей	Pp, кВт	Sp, кВА	Qp, кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	17	18	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	16	17	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.1	15	16	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.1	14	15	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.1	13	14	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.1	12	13	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.1	11	12	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.1	10	11	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058
Ф.1	10-6	10-7	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	10-5	10-6	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.1	10-4	10-5	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.1	10-3	10-4	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.1	10-2	10-3	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.1	10-1	10-2	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.1	10	10-1	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.1	9	10	26	0,276	1040	287,040	299,000	83,72	424,297
Ф.1	8	9	27	0,274	1080	295,920	308,250	86,31	438,351
Ф.1	7	8	28	0,271	1120	303,520	316,167	88,527	450,380
Ф.1	7-9	7-10	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.1	7-8	7-9	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.1	7-7	7-8	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.1	7-6	7-7	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.1	7-5	7-6	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.1	7-4	7-5	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.1	7-3	7-4	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.1	7-2	7-3	17	0,308	680	209,440	218,167	61,087	331,480
Ф.1	7-1	7-2	19	0,296	760	224,960	234,333	65,613	356,043
Ф.1	7	7-1	21	0,288	840	241,920	252,000	70,56	382,886
Ф.1	КТП-13	7	23	0,283	920	260,360	271,208	75,938	412,071
Ф.3	5-10	5-11	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.3	5-9	5-10	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.3	5-8	5-9	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	P _p , кВт	S _p , кВА	Q _p , кВар	I _p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.3	5-7	5-8	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.3	5-6	5-7	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.3	5-5	5-6	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.3	5-4	5-5	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.3	5-3	5-4	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058
Ф.3	5-2	5-3	18	0,302	720	217,440	226,500	63,42	344,141
Ф.3	5-1	5-2	20	0,29	800	232,000	241,667	67,667	367,185
Ф.3	5	5-1	22	0,285	880	250,800	261,250	73,15	396,940
Ф.3	2-11	2-12	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.3	2-10	2-11	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.3	2-9	2-10	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.3	2-8	2-9	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.3	2-7	2-8	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.3	2-6	2-7	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.3	2-5	2-6	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.3	2-4	2-5	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058
Ф.3	2-3	2-4	18	0,302	720	217,440	226,500	63,42	344,141
Ф.3	2-2	2-3	20	0,29	800	232,000	241,667	67,667	367,185
Ф.3	2-1	2-2	22	0,285	880	250,800	261,250	73,15	396,940
Ф.3	2	2-1	24	0,281	960	269,760	281,000	78,68	426,948
Ф.3	4	5	22	0,285	880	250,800	261,250	73,15	396,940
Ф.3	3	4	23	0,283	920	260,360	271,208	75,938	412,071
Ф.3	2	3	24	0,281	960	269,760	281,000	78,68	426,948
Ф.3	1	2	48	0,22	1920	422,400	440,000	123,2	508,530
Ф.3	КТП-13	1	48	0,22	1920	422,400	440,000	123,2	508,530
Ф.6	5-10	5-11	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.6	5-9	5-10	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.6	5-8	5-9	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.6	5-7	5-8	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.6	5-6	5-7	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.6	5-5	5-6	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.6	5-4	5-5	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.6	5-3	5-4	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058
Ф.6	5-2	5-3	18	0,302	720	217,440	226,500	63,42	344,141
Ф.6	5-1	5-2	20	0,29	800	232,000	241,667	67,667	367,185
Ф.6	5	5-1	22	0,285	880	250,800	261,250	73,15	396,940
Ф.6	2-10	2-11	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.6	2-9	2-10	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.6	2-8	2-9	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.6	2-7	2-8	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.6	2-6	2-7	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.6	2-5	2-6	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.6	2-4	2-5	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.6	2-3	2-4	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058
Ф.6	2-2	2-3	18	0,302	720	217,440	226,500	63,42	344,141
Ф.6	2-1	2-2	20	0,29	800	232,000	241,667	67,667	367,185
Ф.6	2	2-1	22	0,285	880	250,800	261,250	73,15	396,940
Ф.6	4	5	22	0,285	880	250,800	261,250	73,15	396,940
Ф.6	3	4	23	0,283	920	260,360	271,208	75,938	412,071
Ф.6	2	3	24	0,281	960	269,760	281,000	78,68	426,948
Ф.6	1	2	46	0,22	1840	404,800	421,667	118,067	480,675
Ф.6	КТП-13	1	46	0,22	1840	404,800	421,667	118,067	480,675
Ф.2	20	21	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность кот-теджей	Р _р , кВт	С _р , кВА	Q _р , кВар	І _р , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.2	19	20	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	18	19	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	17	18	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.2	16	17	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.2	15	16	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.2	14	15	13	0,344	520	178,880	186,333	52,173	283,113
Ф.2	13	14	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.2	12	13	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.2	11	12	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.2	10	11	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.2	9	10	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058
Ф.2	8	9	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058
Ф.2	7	8	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058
Ф.2	7-6	7-7	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	7-5	7-6	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	7-4	7-5	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	7-3	7-4	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	7-2	7-3	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.2	7-1	7-2	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.2	7	7-1	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.2	6	7	27	0,274	1080	295,920	308,250	86,31	468,351
Ф.2	5	6	28	0,271	1120	303,520	316,167	88,527	480,380
Ф.2	4	5	29	0,269	1160	312,040	325,042	91,012	493,864
Ф.2	3	4	30	0,267	1200	320,400	333,750	93,45	507,096
Ф.2	3-5	3-6	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	3-4	3-5	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	3-3	3-4	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	3-2	3-3	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.2	3-1	3-2	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.2	3	3-1	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.2	2	3	38	0,23	1520	349,600	364,167	101,967	453,310
Ф.2	1	2	39	0,23	1560	358,800	373,750	104,65	467,871
Ф.2	КТП-13	1	39	0,23	1560	358,800	373,750	104,65	467,871
Ф.4	22	23	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	21	22	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	20	21	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	19	20	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.4	18	19	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.4	17	18	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.4	16	17	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.4	15	16	13	0,344	520	178,880	186,333	52,173	283,113
Ф.4	14	15	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.4	5	14	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.4	5-8	5-9	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	5-7	5-8	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	5-6	5-7	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	5-5	5-6	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	5-4	5-5	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.4	5-3	5-4	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.4	5-2	5-3	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.4	5-1	5-2	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.4	5	5-1	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.4	КТП-13	5	26	0,276	1040	287,040	299,000	83,72	454,297

Таблица 2.33 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-14

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	P _p , кВт	S _p , кВА	Q _p , кВар	I _p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.2	16	17	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	15	16	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	14	15	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	13	14	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	12	13	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	11	12	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	10	11	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	9	10	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	8	9	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.2	7	8	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.2	6	7	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.2	6-11	6-12	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	6-10	6-11	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	6-9	6-10	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	6-8	6-9	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	6-7	6-8	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	6-6	6-7	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	6-5	6-6	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	6-4	6-5	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	6-3	6-4	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.2	6-2	6-3	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.2	6-1	6-2	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.2	6	6-1	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.2	5	6	17	0,308	680	209,440	218,167	61,087	331,480
Ф.2	4	5	17	0,308	680	209,440	218,167	61,087	331,480
Ф.2	3	4	19	0,296	760	224,960	234,333	65,613	356,043
Ф.2	2	3	20	0,29	800	232,000	241,667	67,667	367,185
Ф.2	1	2	22	0,285	880	250,800	261,250	73,15	396,940
Ф.2	КТП-14	1	22	0,285	880	250,800	261,250	73,15	396,940
Ф.3	19	20	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.3	18	19	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.3	17	18	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.3	16	17	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.3	15	16	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.3	14	15	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.3	13	14	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.3	12	13	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.3	11	12	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.3	10	11	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.3	9	10	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.3	9-5	9-6	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.3	9-4	9-5	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.3	9-3	9-4	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.3	9-2	9-3	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.3	9-1	9-2	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	9	9-1	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	КТП-14	9	17	0,308	680	209,440	218,167	61,087	331,480
Ф.4	14	15	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	13	14	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	12	13	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	11	12	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.4	10	11	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.4	9	10	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	С _р , кВА	Q _р , кВар	И _р , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.4	3	9	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.4	3-9	3-10	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	3-8	3-9	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	3-7	3-8	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	3-6	3-7	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	3-5	3-6	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.4	3-4	3-5	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.4	3-4-5	3-4-6	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	3-4-4	3-4-5	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	3-4-3	3-4-4	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	3-4-3-1	3-4-3-2	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	3-4-3	3-4-3-1	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	3-4-2	3-4-3	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.4	3-4-1	3-4-2	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.4	3-4	3-4-1	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.4	3-3	3-4	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.4	3-2	3-3	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.4	3-1	3-2	13	0,344	520	178,880	186,333	52,173	283,113
Ф.4	3-1-1	3-1-2	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	3-1	3-1-1	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	3	3-1	17	0,308	680	209,440	218,167	61,087	331,480
Ф.4	КТП-14	3	27	0,274	1080	295,920	308,250	86,31	468,351
Ф.5	12	13	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.5	11	12	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.5	10	11	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.5	9	10	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.5	8	9	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.5	7	8	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.5	6	7	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.5	5	6	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.5	4	5	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.5	3	4	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.5	2	3	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.5	1	2	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.5	1-8	1-9	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.5	1-7	1-8	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.5	1-3	1-7	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.5	1-2	1-3	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.5	1-1	1-2	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.5	1	1-1	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.5	КТП-14	1	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.6	13	14	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.6	12	13	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.6	11	12	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.6	10	11	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.6	9	10	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.6	8	9	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.6	7	8	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.6	6	7	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.6	5	6	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.6	4	5	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.6	3	4	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.6	2	3	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.6	1	2	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.6	КТП-14	1	13	0,344	520	178,880	186,333	52,173	283,113

Таблица 2.34 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-15

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	P _p , кВт	S _p , кВА	Q _p , кВар	I _p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	16	17	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.1	15	16	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	14	15	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.1	13	14	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.1	12	13	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.1	11	12	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.1	10	11	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.1	9	10	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.1	8	9	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.1	7	8	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.1	7-9	7-10	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.1	7-8	7-9	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	7-7	7-8	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.1	7-6	7-7	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.1	7-5	7-6	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.1	7-4	7-5	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.1	7-3	7-4	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.1	7-2	7-3	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.1	7-1	7-2	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.1	7	7-1	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.1	6	7	22	0,285	880	250,800	261,250	73,15	396,940
Ф.1	5	6	23	0,283	920	260,360	271,208	75,938	412,071
Ф.1	4	5	24	0,281	960	269,760	281,000	78,68	426,948
Ф.1	3	4	24	0,281	960	269,760	281,000	78,68	426,948
Ф.1	2	3	25	0,278	1000	278,000	289,583	81,083	439,989
Ф.1	1	2	26	0,276	1040	287,040	299,000	83,72	454,297
Ф.1	КТП-15	1	27	0,274	1080	295,920	308,250	86,31	468,351
Ф.2	7	8	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	6	7	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	5	6	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	4	5	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	3	4	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	2	3	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.2	1	2	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.2	1a-1	1a-2	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	1	1a-1	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	1-8	1-9	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	1-7	1-8	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	1-6	1-7	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	1-5	1-6	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	1-4	1-5	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.2	1-3	1-4	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.2	1-2	1-3	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.2	1-1	1-2	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.2	1	1-1	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.3	КТП-15	1	17	0,308	680	209,440	218,167	61,087	331,480
Ф.3	11	12	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.3	10	11	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.3	9	10	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.3	8	9	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.3	7	8	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Q _р , кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.3	6	7	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.3	5	6	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.3	4	5	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.3	3	4	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.3	2	3	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.3	1	2	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.3	1-8	1-9	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.3	1-7	1-8	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.3	1-6	1-7	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.3	1-5	1-6	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.3	1-4	1-5	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.3	1-3	1-4	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.3	1-2	1-3	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.3	1-1	1-2	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.3	1	1-1	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.3	КТП-15	1	20	0,29	800	232,000	241,667	67,667	367,185
Ф.4	9	10	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	8	9	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	7	8	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	6	7	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	5	6	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.4	4	5	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.4	3	4	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.4	2	3	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.4	1	2	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.4	1-5	1-6	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	1-4	1-5	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	1-3	1-4	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	1-2	1-3	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	1-1	1-2	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	1	1-1	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	КТП-15	1	13	0,344	520	178,880	186,333	52,173	283,113
Ф.5	14	15	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.5	13	14	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.5	12	13	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.5	11	12	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.5	10	11	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.5	9	10	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.5	8	9	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.5	7	8	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.5	6	7	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.5	5	6	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.5	4	5	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.5	3	4	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.5	2	3	13	0,344	520	178,880	186,333	52,173	283,113
Ф.5	1	2	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.5	1-5	1-6	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.5	1-4	1-5	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.5	1-3	1-4	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.5	1-2	1-3	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.5	1-1	1-2	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.5	1-1-4	1-1-5	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.5	1-1-3	1-1-4	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Q _р , кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.5	1-1-2	1-1-3	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.5	1-1-1	1-1-2	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.5	1-1-1	1-1	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.5	1	1-1	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.5	КТП-15	1	20	0,29	800	232,000	241,667	67,667	367,185
Ф.6	21	22	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.6	20	21	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.6	19	20	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.6	18	19	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.6	17	18	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.6	16	17	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.6	15	16	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.6	14	15	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.6	13	14	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.6	12	13	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.6	11	12	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.6	10	11	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.6	7	10	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.6	КТП-15	7	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.7	28	29	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.7	27	28	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.7	26	27	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.7	25	26	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.7	24	25	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.7	23	24	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.7	22	23	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.7	21	22	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.7	21-2	21-3	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.7	21-1	21-2	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.7	21-1	21-1-1	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.7	21	21-1	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.7	20	21	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.7	19	20	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.7	18	19	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058
Ф.7	17	18	17	0,308	680	209,440	218,167	61,087	331,480
Ф.7	16	17	19	0,296	760	224,960	234,333	65,613	356,043
Ф.7	КТП-15	16	21	0,288	840	241,920	252,000	70,56	382,886

Таблица 2.35 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-16

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	P _p , кВт	S _p , кВА	Q _p , кВар	I _p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	12	13	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.1	11	12	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	10	11	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	9	10	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.1	8	9	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.1	7	8	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.1	7-1	7-2	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.1	7	7-1	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	6	7	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.1	6-1	6-2	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.1	6	6-1	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	5	6	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.1	4	5	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.1	3	4	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.1	3-1	3-2	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.1	3	3-1	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	2	3	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.1	2-2	2-3	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.1	2-1	2-2	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	2	2-1	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.1	КТП-16	2	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.2	10	11	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	9	10	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	8	9	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	7	8	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	6	7	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	5	6	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.2	4	5	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.2	3	4	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.2	3-3	3-4	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	3-2	3-3	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	3-1	3-2	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	3	3-1	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	КТП-16	3	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.3	19	20	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.3	18	19	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.3	17	18	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.3	16	17	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.3	15	16	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	14	15	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.3	13	14	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.3	12	13	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.3	11	12	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.3	10	11	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.3	9	10	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.3	9-5	9-6	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.3	9-4	9-5	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.3	9-3	9-4	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.3	9-2	9-3	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.3	9-1	9-2	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	9	9-1	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.3	8	9	17	0,308	680	209,440	218,167	61,087	331,480
Ф.3	7	8	18	0,302	720	217,440	226,500	63,42	344,141

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Q _р , кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.3	6	7	19	0,296	760	224,960	234,333	65,613	356,043
Ф.3	5	6	20	0,29	800	232,000	241,667	67,667	367,185
Ф.3	5-6	5-7	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.3	5-5	5-6	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.3	5-4	5-5	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.3	5-3	5-4	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.3	5-2	5-3	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	5-1	5-2	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.3	5	5-1	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.3	КТП-16	5	27	0,274	1080	295,920	308,250	86,31	468,351
Ф.4	14	15	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	13	14	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	12	13	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	11	12	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	10	11	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.4	10-3	10-4	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	10-2	10-3	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	10-1	10-2	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	10	10-1	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	9	10	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.4	8	9	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.4	7	8	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.4	6	7	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.4	5	6	13	0,344	520	178,880	186,333	52,173	283,113
Ф.4	4	5	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.4	3	4	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.4	3-3	3-4	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.4	3-2	3-3	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.4	3-1	3-2	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.4	3	3-1	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.4	КТП-16	3	19	0,296	760	224,960	234,333	65,613	356,043

Таблица 2.36 – Расчет электрических нагрузок по фидерам ТП-10-17

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Q _р , кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	14	15	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.1	13	14	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	12	13	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.1	11	12	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.1	10	11	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.1	9	10	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.1	9-1	9-2	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.1	9	9-1	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	8	9	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.1	8-1	8-2	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.1	8	8-1	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.1	7	8	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.1	6	7	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.1	5	6	13	0,344	520	178,880	186,333	52,173	283,113
Ф.1	4	5	13	0,344	520	178,880	186,333	52,173	283,113

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	К _о	Суммарная установленная мощность коттеджей	Р _р , кВт	Sp, кВА	Q _р , кВар	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.1	3	4	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.1	2	3	15	0,32	600	192,000	200,000	56	303,877
Ф.1	1	2	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058
Ф.1	КТП-17	1	17	0,308	680	209,440	218,167	61,087	331,480
Ф.2	8	9	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	7	8	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	6	7	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	5	6	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	4	5	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	3	4	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.2	2	3	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.2	2-5	2-6	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.2	2-4	2-5	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.2	2-3	2-4	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.2	2-2	2-3	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.2	2-1	2-2	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	2	2-1	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.2	1	2	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.2	КТП-17	1	12	0,36	480	172,800	180,000	50,4	273,490
Ф.3	11-1	11	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.3	11-2	11-1	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.3	11-3	11-2	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.3	11-4	11-3	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	11-5	11-4	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.3	11-6	11-5	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.3	11-7	11-6	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.3	1-5	11-7	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.3	1-3	1-5	11	0,37	440	162,800	169,583	47,483	257,663
Ф.3	9-1	9	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.3	9-2	9-1	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.3	9-3	9-2	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.3	9-4	9-3	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.3	9-5	9-4	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.3	9-6	9-5	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.3	9-7	9-6	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.3	1-3	9-7	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.3	КТП-17	1-3	20	0,29	800	232,000	241,667	67,667	367,185
Ф.5	15	16	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.5	14	15	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.5	13	14	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.5	12	13	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.5	11	12	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.5	11-3	11-4	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.5	11-2	11-3	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.5	11-1	11-2	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.5	11	11-1	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.5	10	11	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.5	9	10	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.5	8	9	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.5	8-3	8-4	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.5	8-2	8-3	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.5	8-1	8-2	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.5	8	8-1	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.5	7	8	14	0,33	560	184,800	192,500	53,9	292,482
Ф.5	7	7-1	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308

Линия	Начало участка	Конец участка	Кол-во потребителей	K_0	Суммарная установленная мощность котеджей	P_p , кВт	S_p , кВА	Q_p , кВар	I_p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ф.5	4	7	16	0,314	640	200,960	209,333	58,613	318,058
Ф.5	4-8	4-9	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.5	4-7	4-8	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.5	4-6	4-7	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.5	4-5	4-6	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.5	4-4	4-5	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.5	4-3	4-4	6	0,47	240	112,800	117,500	32,9	178,528
Ф.5	4-2	4-3	7	0,43	280	120,400	125,417	35,117	190,557
Ф.5	4-1	4-2	8	0,418	320	133,760	139,333	39,013	211,701
Ф.5	4	4-1	9	0,4	360	144,000	150,000	42	227,908
Ф.5	1	4	10	0,38	400	152,000	158,333	44,333	240,570
Ф.5	1-6	1-7	1	1	40	40,000	41,667	11,667	63,308
Ф.5	1-5	1-6	2	0,73	80	58,400	60,833	17,033	92,429
Ф.5	1-2	1-5	3	0,62	120	74,400	77,500	21,7	117,753
Ф.5	1-1	1-2	4	0,56	160	89,600	93,333	26,133	141,809
Ф.5	1	1-1	5	0,5	200	100,000	104,167	29,167	158,270
Ф.5	КТП-17	1	31	0,264	1240	327,360	341,000	95,48	478,111

2.3 Проверка допустимой загрузки трансформаторов существующих ТП. Проверка пропускной способности электрических сетей района. Выбор трансформаторов в ТП при недостаточной мощности источников питания

Судя по расчетам п.2.2, пропускная способность существующих электрических сетей 0,4 кВ района сохраняется для отходящих линий от КТП-3, КТП-4, КТП-5, КТП-8. В остальных существующих электрических сетях 0,4 кВ района пропускная способность на многих участках сохраняется, а на большинстве головных участков сечения проводов необходимо увеличить, т.к. предельная токовая нагрузка провода СИП 3х95+1х95 составляет $I_{доп} = 300$ А [6]. На этих участках будет необходима замена проводов в соответствии с таблицей 2.37.

Таблица 2.37 – Допустимые токовые нагрузки проводов СИП 0,4 кВ

S , мм ²	$I_{доп}$, А	$r_{уд}$, Ом/км	$x_{уд}$, Ом/км
120	340	0,25	0,0762
150	380	0,206	0,073
185	436	0,164	0,0723
240	515	0,125	0,0705

Необходимые сечения проводов при увеличении нагрузок коттеджей выбраны и указаны при расчете потерь мощности и электроэнергии в таблице 2.38.

Таблица 2.38 – Расчет потерь мощности и электроэнергии по участкам (фидерам) для подстанций, где изменились сечения СИП

Линия	Начало участка	Конец участка	Длина участка, км	I_p , А	$\cos\phi$	$\sin\phi$	Сечение СИП, мм ²	r_0 , Ом/км	$\Delta R_{л}$, кВт	$\Delta W_{л}$, кВт.ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ф.4 КТП-1	1	2	0,033	303,877	0,96	0,28	120	0,25	2,29	2764,85
Ф.4 КТП-1	КТП-1	1	0,04	318,058	0,96	0,28	120	0,25	3,04	3672,35
Ф.1 КТП-2	КТП-2	1	0,056	303,877	0,96	0,28	120	0,25	3,88	4692,38
Ф.2 КТП-6	5	6	0,025	273,490	0,96	0,28	120	0,25	1,40	1696,42
Ф.2 КТП-6	4	5	0,026	292,482	0,96	0,28	120	0,25	1,67	2018,28
Ф.2 КТП-6	3	4	0,026	318,058	0,96	0,28	120	0,25	1,97	2387,33
Ф.2 КТП-6	2	3	0,022	344,141	0,96	0,28	150	0,206	1,61	1948,10
Ф.2 КТП-6	1	2	0,026	344,141	0,96	0,28	150	0,206	1,90	2302,63
Ф.2 КТП-6	КТП-6	1	0,074	356,043	0,96	0,28	150	0,206	5,80	7014,37
Ф.2 КТП-7	1	2	0,025	318,058	0,96	0,28	120	0,25	1,90	2295,37
Ф.2 КТП-7	КТП-7	1	0,027	331,480	0,96	0,28	120	0,25	2,23	2692,25
Ф.4 КТП-7	КТП-7	1	0,027	303,877	0,96	0,28	120	0,25	1,87	2262,70
Ф.1 КТП-9	7	8	0,026	303,877	0,96	0,28	120	0,25	1,80	2179,21
Ф.1 КТП-9	6	7	0,026	318,058	0,96	0,28	120	0,25	1,97	2387,33
Ф.1 КТП-9	5	6	0,027	344,141	0,96	0,28	150	0,206	1,98	2390,96
Ф.1 КТП-9	4	5	0,026	367,185	0,96	0,28	150	0,206	2,17	2620,86
Ф.1 КТП-9	3	4	0,026	412,071	0,96	0,28	185	0,164	2,17	2628,12
Ф.1 КТП-9	2	3	0,027	439,989	0,96	0,28	240	0,125	1,96	2371,60
Ф.1 КТП-9	1	2	0,027	454,297	0,96	0,28	240	0,125	2,09	2528,90
Ф.1 КТП-9	КТП-9	1	0,049	468,351	0,96	0,28	240	0,125	4,03	4877,51
Ф.3 КТП-9	3	4	0,039	303,877	0,96	0,28	120	0,25	2,70	3268,21
Ф.3 КТП-9	2	3	0,02	303,877	0,96	0,28	120	0,25	1,39	1675,85
Ф.3 КТП-9	1	2	0,034	303,877	0,96	0,28	120	0,25	2,36	2849,55
Ф.3 КТП-9	КТП-9	1	0,028	318,058	0,96	0,28	120	0,25	2,12	2570,04
Ф.4 КТП-9	4	5	0,026	303,877	0,96	0,28	120	0,25	1,80	2179,21
Ф.4 КТП-9	3	4	0,027	344,141	0,96	0,28	150	0,206	1,98	2390,96
Ф.4 КТП-9	2	3	0,027	367,185	0,96	0,28	150	0,206	2,25	2722,50
Ф.4 КТП-9	1	2	0,026	382,886	0,96	0,28	185	0,164	1,88	2268,75
Ф.4 КТП-9	КТП-9	1	0,047	382,886	0,96	0,28	185	0,164	3,39	4101,90

Линия	Начало участка	Конец участка	Длина участка, км	Ip, А	cosφ	sinφ	Сечение СИП, мм2	го, Ом/км	ΔРл, кВт	ΔWл, кВт.ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ф.2 КТП-10	8	9	0,029	303,877	0,96	0,28	120	0,25	2,01	2429,68
Ф.2 КТП-10	7	8	0,027	318,058	0,96	0,28	120	0,25	2,05	2479,29
Ф.2 КТП-10	6	7	0,027	331,480	0,96	0,28	120	0,25	2,23	2692,25
Ф.2 КТП-10	5	6	0,016	331,480	0,96	0,28	120	0,25	1,32	1595,99
Ф.2 КТП-10	4	5	0,028	396,940	0,96	0,28	185	0,164	2,17	2626,91
Ф.2 КТП-10	3	4	0,026	396,940	0,96	0,28	185	0,164	2,02	2439,36
Ф.2 КТП-10	2	3	0,025	412,071	0,96	0,28	185	0,164	2,09	2527,69
Ф.2 КТП-10	1	2	0,025	426,948	0,96	0,28	185	0,164	2,24	2712,82
Ф.2 КТП-10	КТП-10	1	0,028	426,948	0,96	0,28	185	0,164	2,51	3038,31
Ф.3 КТП-10	10	11	0,036	344,141	0,96	0,28	150	0,206	2,64	3188,35
Ф.3 КТП-10	9	10	0,036	356,043	0,96	0,28	150	0,206	2,82	3412,20
Ф.3 КТП-10	8	9	0,035	382,886	0,96	0,28	185	0,164	2,52	3054,04
Ф.3 КТП-10	7	8	0,029	382,886	0,96	0,28	185	0,164	2,09	2531,32
Ф.3 КТП-10	6	7	0,026	396,940	0,96	0,28	185	0,164	2,02	2439,36
Ф.3 КТП-10	5	6	0,026	396,940	0,96	0,28	185	0,164	2,02	2439,36
Ф.3 КТП-10	4	5	0,026	426,948	0,96	0,28	185	0,164	2,33	2821,72
Ф.3 КТП-10	3	4	0,028	426,948	0,96	0,28	185	0,164	2,51	3038,31
Ф.3 КТП-10	2	3	0,034	454,297	0,96	0,28	240	0,125	2,63	3183,51
Ф.3 КТП-10	1	2	0,032	454,297	0,96	0,28	240	0,125	2,48	2997,17
Ф.3 КТП-10	КТП-10	1	0,019	454,297	0,96	0,28	240	0,125	1,47	1778,70
Ф.2 КТП-11	8	9	0,03	356,043	0,96	0,28	150	0,206	2,35	2843,50
Ф.2 КТП-11	7	8	0,03	367,185	0,96	0,28	150	0,206	2,50	3025,00
Ф.2 КТП-11	6	7	0,03	382,886	0,96	0,28	185	0,164	2,16	2618,44
Ф.2 КТП-11	5	6	0,029	396,940	0,96	0,28	185	0,164	2,25	2720,08
Ф.2 КТП-11	4	5	0,033	396,940	0,96	0,28	185	0,164	2,56	3095,18
Ф.2 КТП-11	3	4	0,032	412,071	0,96	0,28	185	0,164	2,67	3234,33
Ф.2 КТП-11	2	3	0,032	426,948	0,96	0,28	185	0,164	2,87	3472,70
Ф.2 КТП-11	1	2	0,03	439,989	0,96	0,28	240	0,125	2,18	2635,38
Ф.2 КТП-11	КТП-11	1	0,039	454,297	0,96	0,28	240	0,125	3,02	3651,78
Ф.1 КТП-12	4	5	0,025	303,877	0,96	0,28	120	0,25	1,73	2094,51
Ф.1 КТП-12	3	4	0,03	318,058	0,96	0,28	120	0,25	2,28	2753,96
Ф.1 КТП-12	2	3	0,034	318,058	0,96	0,28	120	0,25	2,58	3121,80
Ф.1 КТП-12	1	2	0,021	331,480	0,96	0,28	120	0,25	1,73	2094,51
Ф.1 КТП-12	КТП-12	1	0,02	331,480	0,96	0,28	120	0,25	1,65	1994,08
Ф.2 КТП-12	8	9	0,025	344,141	0,96	0,28	150	0,206	1,83	2214,30
Ф.2 КТП-12	7	8	0,025	344,141	0,96	0,28	150	0,206	1,83	2214,30
Ф.2 КТП-12	6	7	0,025	344,141	0,96	0,28	150	0,206	1,83	2214,30
Ф.2 КТП-12	КТП-12	6	0,159	356,043	0,96	0,28	150	0,206	12,46	#####
Ф.4 КТП-12	3	4	0,025	303,877	0,96	0,28	120	0,25	1,73	2094,51
Ф.4 КТП-12	2	3	0,029	331,480	0,96	0,28	120	0,25	2,39	2891,90
Ф.4 КТП-12	1	2	0,031	331,480	0,96	0,28	120	0,25	2,56	3091,55
Ф.4 КТП-12	КТП-12	1	0,017	331,480	0,96	0,28	120	0,25	1,40	1695,21
Ф.6 КТП-12	8	9	0,034	303,877	0,96	0,28	150	0,206	1,94	2347,40
Ф.6 КТП-12	7	8	0,034	356,043	0,96	0,28	150	0,206	2,66	3223,44
Ф.6 КТП-12	КТП-12	7	0,051	468,351	0,96	0,28	240	0,125	4,20	5075,95
Ф.1 КТП-13	10	11	0,034	318,058	0,96	0,28	120	0,25	2,58	3121,80
Ф.1	9	10	0,026	424,297	0,96	0,28	240	0,125	1,76	2123,55
Ф.1	8	9	0,027	438,351	0,96	0,28	240	0,125	1,95	2354,66

Линия	Начало участка	Конец участка	Длина участка, км	Ip, А	cosφ	sinφ	Сечение СИП, мм2	го, Ом/км	ΔРл, кВт	ΔWл, кВт.ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ф.1	7	8	0,029	450,380	0,96	0,28	240	0,125	2,21	2669,26
Ф.1	7-2	7-3	0,035	331,480	0,96	0,28	150	0,206	2,38	2876,17
Ф.1	7-1	7-2	0,034	356,043	0,96	0,28	150	0,206	2,66	3223,44
Ф.1	7	7-1	0,038	382,886	0,96	0,28	185	0,164	2,74	3316,61
Ф.1	КТП-13	7	0,209	412,071	0,96	0,28	185	0,164	17,46	#####
Ф.3	5-3	5-4	0,034	318,058	0,96	0,28	150	0,206	2,13	2572,46
Ф.3	5-2	5-3	0,033	344,141	0,96	0,28	150	0,206	2,42	2922,15
Ф.3	5-1	5-2	0,034	367,185	0,96	0,28	150	0,206	2,83	3427,93
Ф.3	5	5-1	0,033	396,940	0,96	0,28	185	0,164	2,56	3095,18
Ф.3	2-4	2-5	0,033	318,058	0,96	0,28	150	0,206	2,06	2496,23
Ф.3	2-3	2-4	0,032	344,141	0,96	0,28	150	0,206	2,34	2833,82
Ф.3	2-2	2-3	0,038	367,185	0,96	0,28	150	0,206	3,17	3830,86
Ф.3	2-1	2-2	0,035	396,940	0,96	0,28	185	0,164	2,71	3282,73
Ф.3	2	2-1	0,038	426,948	0,96	0,28	185	0,164	3,41	4123,68
Ф.3	4	5	0,031	396,940	0,96	0,28	185	0,164	2,40	2907,63
Ф.3	3	4	0,03	412,071	0,96	0,28	185	0,164	2,51	3032,26
Ф.3	2	3	0,03	426,948	0,96	0,28	185	0,164	2,69	3256,11
Ф.3	1	2	0,033	508,530	0,96	0,28	240	0,125	3,20	3872,00
Ф.3	КТП-13	1	0,007	508,530	0,96	0,28	240	0,125	0,68	821,59
Ф.6	5-3	5-4	0,038	318,058	0,96	0,28	150	0,206	2,38	2874,96
Ф.6	5-2	5-3	0,035	344,141	0,96	0,28	150	0,206	2,56	3100,02
Ф.6	5-1	5-2	0,034	367,185	0,96	0,28	150	0,206	2,83	3427,93
Ф.6	5	5-1	0,036	396,940	0,96	0,28	185	0,164	2,79	3377,11
Ф.6	2-3	2-4	0,035	318,058	0,96	0,28	150	0,206	2,19	2647,48
Ф.6	2-2	2-3	0,036	344,141	0,96	0,28	150	0,206	2,64	3188,35
Ф.6	2-1	2-2	0,038	367,185	0,96	0,28	150	0,206	3,17	3830,86
Ф.6	2	2-1	0,034	396,940	0,96	0,28	185	0,164	2,64	3189,56
Ф.6	4	5	0,027	396,940	0,96	0,28	185	0,164	2,09	2532,53
Ф.6	3	4	0,027	412,071	0,96	0,28	185	0,164	2,26	2729,76
Ф.6	2	3	0,028	426,948	0,96	0,28	185	0,164	2,51	3038,31
Ф.6	1	2	0,035	480,675	0,96	0,28	240	0,125	3,03	3669,93
Ф.6	КТП-13	1	0,02	480,675	0,96	0,28	240	0,125	1,73	2096,93
Ф.2	11	12	0,0358	303,877	0,96	0,28	120	0,25	2,48	2999,59
Ф.2	10	11	0,0329	303,877	0,96	0,28	120	0,25	2,28	2757,59
Ф.2	9	10	0,035	318,058	0,96	0,28	120	0,25	2,66	3212,55
Ф.2	8	9	0,0355	318,058	0,96	0,28	120	0,25	2,69	3258,53
Ф.2	7	8	0,0365	318,058	0,96	0,28	120	0,25	2,77	3350,49
Ф.2	6	7	0,0313	468,351	0,96	0,28	240	0,125	2,58	3115,75
Ф.2	5	6	0,0343	480,380	0,96	0,28	240	0,125	2,97	3591,28
Ф.2	4	5	0,0306	493,864	0,96	0,28	240	0,125	2,80	3386,79
Ф.2	3	4	0,0336	507,096	0,96	0,28	240	0,125	3,24	3920,40
Ф.2	2	3	0,0255	453,310	0,96	0,28	240	0,125	1,97	2377,65
Ф.2	1	2	0,0165	467,871	0,96	0,28	240	0,125	1,35	1638,34
Ф.2	КТП-13	1	0,014	467,871	0,96	0,28	240	0,125	1,15	1390,29
Ф.4	5	14	0,3099	303,877	0,96	0,28	120	0,25	21,46	25969,02
Ф.4 КТП-13	КТП-13	5	0,1202	454,297	0,96	0,28	240	0,125	9,30	11256,63
Ф.2 КТП-14	5	6	0,026	331,480	0,96	0,28	120	0,25	2,14	2593,03
Ф.2	4	5	0,026	331,480	0,96	0,28	120	0,25	2,14	2593,03
Ф.2	3	4	0,027	356,043	0,96	0,28	150	0,206	2,12	2559,15
Ф.2	2	3	0,025	367,185	0,96	0,28	150	0,206	2,08	2520,43

Линия	Начало участка	Конец участка	Длина участка, км	Ip, А	cosφ	sinφ	Сечение СИП, мм2	го, Ом/км	ΔРл, кВт	ΔWл, кВт.ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ф.2	1	2	0,027	396,940	0,96	0,28	185	0,164	2,09	2532,53
Ф.2	КТП-14	1	0,059	396,940	0,96	0,28	185	0,164	4,57	5534,54
Ф.3	КТП-14	9	0,166	331,480	0,96	0,28	120	0,25	13,68	16552,80
Ф.4	3-3	3-4	0,034	303,877	0,96	0,28	120	0,25	2,36	2849,55
Ф.4	3	3-1	0,034	331,480	0,96	0,28	120	0,25	2,80	3390,42
Ф.4 КТП-14	КТП-14	3	0,053	468,351	0,96	0,28	240	0,125	4,36	5275,60
Ф.1 КТП-15	6	7	0,028	396,940	0,96	0,28	185	0,164	2,17	2626,91
Ф.1	5	6	0,027	412,071	0,96	0,28	185	0,164	2,26	2729,76
Ф.1	4	5	0,03	426,948	0,96	0,28	185	0,164	2,69	3256,11
Ф.1	3	4	0,014	426,948	0,96	0,28	185	0,164	1,26	1519,76
Ф.1	2	3	0,029	439,989	0,96	0,28	240	0,125	2,11	2547,05
Ф.1	1	2	0,028	454,297	0,96	0,28	240	0,125	2,17	2622,07
Ф.1	КТП-15	1	0,034	468,351	0,96	0,28	240	0,125	2,80	3384,37
Ф.3	КТП-15	1	0,058	331,480	0,96	0,28	120	0,25	4,78	5783,80
Ф.3	КТП-15	1	0,045	367,185	0,96	0,28	150	0,206	3,75	4536,29
Ф.7	19	20	0,028	303,877	0,96	0,28	120	0,25	1,94	2346,19
Ф.7	18	19	0,029	318,058	0,96	0,28	120	0,25	2,20	2662,00
Ф.7	17	18	0,028	331,480	0,96	0,28	120	0,25	2,31	2791,47
Ф.7	16	17	0,032	356,043	0,96	0,28	150	0,206	2,51	3033,47
Ф.7 КТП-15	КТП-15	16	0,365	382,886	0,96	0,28	185	0,164	26,33	31855,67
Ф.1 КТП-16	КТП-16	2	0,046	303,877	0,96	0,28	120	0,25	3,19	3855,06
Ф.3	8	9	0,026	331,480	0,96	0,28	150	0,206	1,77	2136,86
Ф.3	7	8	0,028	344,141	0,96	0,28	150	0,206	2,05	2479,29
Ф.3	6	7	0,027	356,043	0,96	0,28	150	0,206	2,12	2559,15
Ф.3	5	6	0,027	367,185	0,96	0,28	150	0,206	2,25	2722,50
Ф.4	3	4	0,027	303,877	0,96	0,28	120	0,25	1,87	2262,70
Ф.4 КТП-16	КТП-16	3	0,082	356,043	0,96	0,28	150	0,206	6,42	7773,04
Ф.1	2	3	0,027	303,877	0,96	0,28	120	0,25	1,87	2262,70
Ф.1	1	2	0,028	318,058	0,96	0,28	120	0,25	2,12	2570,04
Ф.1	КТП-17	1	0,077	331,480	0,96	0,28	120	0,25	6,35	7678,66
Ф.3	КТП-17	1-3	0,14	367,185	0,96	0,28	150	0,206	11,67	14114,65
Ф.5	4	7	0,029	318,058	0,96	0,28	120	0,25	2,20	2662,00
Ф.5	КТП-17	1	0,059	478,111	0,96	0,28	240	0,125	5,06	6120,18

На основании расчетов п.2.1 сделаем проверку допустимой загрузки трансформаторов существующих ТП в таблице 2.39 и сопоставим ее с новыми нагрузками при переходе на электроотопление (таблица 2.40). Для простоты расчетов пренебрегаем нагрузкой уличного освещения, поскольку она

мала по сравнению с нагрузкой частных домов. В таблицах 2.39-2.40 также осуществляем выбор трансформаторов в ТП в случае, если при увеличении нагрузки мощность источников питания (ТП) окажется недостаточной.

Таблица 2.39 – Расчетные активные и полные мощности КТП
(существующие)

КТП	S _{ном.тр.ФАКТ} , кВА	Кол-во потребителей на ТП	Существующие нагрузки			Требуемая мощность трансформатора, кВА
			К _о	P _p , кВт	S _p , кВА	
ТП-10-1	1x630	26	0,276	107,64	112,125	без изменений
ТП-10-2	1x630	31	0,264	122,76	127,875	без изменений
ТП-10-3	1x630	34	0,257	131,07	136,531	без изменений
ТП-10-4	1x630	39	0,246	143,91	149,906	без изменений
ТП-10-5	1x630	34	0,257	131,07	136,531	без изменений
ТП-10-6	1x630	47	0,227	160,035	166,703	без изменений
ТП-10-7	1x630	32	0,262	125,76	131,000	без изменений
ТП-10-8	1x630	33	0,26	128,7	134,063	без изменений
ТП-10-9	1x630	67	0,203	204,015	212,516	без изменений
ТП-10-10	1x630	73	0,197	215,715	224,703	без изменений
ТП-10-11	1x630	67	0,203	204,015	212,516	без изменений
ТП-10-12	1x400	91	0,179	244,335	254,516	без изменений
ТП-10-13	1x400	182	0,154	420,42	437,938	1x630
ТП-10-14	1x630	93	0,177	246,915	257,203	без изменений
ТП-10-15	1x630	130	0,164	319,8	333,125	без изменений
ТП-10-16	1x250	72	0,198	213,84	222,750	без изменений
ТП-10-17	1x250	80	0,19	228	237,500	без изменений
		1131				

Таблица 2.39 – Расчетные активные и полные мощности КТП
(после перевода на электроотопление)

КТП	S _{ном.тр.ФАКТ} , кВА	Кол-во потре- бителей на ТП	Нагрузки после перевода на электроотопление			Требуемая мощность трансформатора, кВА
			K _о	P _р , кВт	S _р , кВА	
ТП-10-1	1x630	26	0,276	287,04	299,000	без изменений
ТП-10-2	1x630	31	0,264	327,36	341,000	без изменений
ТП-10-3	1x630	34	0,257	349,52	364,083	без изменений
ТП-10-4	1x630	39	0,246	383,76	399,750	без изменений
ТП-10-5	1x630	34	0,257	349,52	364,083	без изменений
ТП-10-6	1x630	47	0,227	426,76	444,542	без изменений
ТП-10-7	1x630	32	0,262	335,36	349,333	без изменений
ТП-10-8	1x630	33	0,26	343,2	357,500	без изменений
ТП-10-9	1x630	67	0,203	544,04	566,708	без изменений
ТП-10-10	1x630	73	0,197	575,24	599,208	без изменений
ТП-10-11	1x630	67	0,203	544,04	566,708	без изменений
ТП-10-12	1x400	91	0,179	651,56	678,708	2x400
ТП-10-13	1x400	182	0,154	1121,12	1167,833	2x630
ТП-10-14	1x630	93	0,177	658,44	685,875	2x400
ТП-10-15	1x630	130	0,164	852,8	888,333	2x630
ТП-10-16	1x250	72	0,198	570,24	594,000	1x630
ТП-10-17	1x250	80	0,19	608	633,333	2x400
		1131				

Таким образом, на ТП-10-13, а также на ТП-10-12 – ТП-10-17 требуется увеличение мощности трансформаторов.

3 Практическая часть

3.1 Анализ существующего электропотребления района

Число часов максимальной нагрузки может быть определено по [14, табл.4.6] при соответствующем характере нагрузки (коммунально-бытовая):
 $T_M = 2600$ ч.

Тогда существующее электропотребление района может быть определено через расчетные нагрузки подстанций P_p , кВт, согласно таблице 2.38, по формуле:

$$W = P_p \cdot T_M. \quad (3.1)$$

Соответственно для потребителей, по каждой подстанции можно посчитать электропотребление (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Расчет существующего электропотребления района

КТП	P_p , кВт	W , кВт.ч
ТП-10-1	107,64	279864
ТП-10-2	122,76	319176
ТП-10-3	131,07	340782
ТП-10-4	143,91	374166
ТП-10-5	131,07	340782
ТП-10-6	160,035	416091
ТП-10-7	125,76	326976
ТП-10-8	128,7	334620
ТП-10-9	204,015	530439
ТП-10-10	215,715	560859
ТП-10-11	204,015	530439
ТП-10-12	244,335	635271
ТП-10-13	420,42	1093092
ТП-10-14	246,915	641979
ТП-10-15	319,8	831480
ТП-10-16	213,84	555984
ТП-10-17	228	592800
	Итого	8704800

3.2 Анализ электропотребления района после перевода на электроотопление

Расчет электропотребления района после перевода на электроотопление производим аналогично, как в п.3.1. Результат заносим в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Расчет электропотребления района после перевода на электроотопление

КТП	Pp, кВт	W, кВт.ч
ТП-10-1	287,04	746304
ТП-10-2	327,36	851136
ТП-10-3	349,52	908752
ТП-10-4	383,76	997776
ТП-10-5	349,52	908752
ТП-10-6	426,76	1109576
ТП-10-7	335,36	871936
ТП-10-8	343,2	892320
ТП-10-9	544,04	1414504
ТП-10-10	575,24	1495624
ТП-10-11	544,04	1414504
ТП-10-12	651,56	1694056
ТП-10-13	1121,12	2914912
ТП-10-14	658,44	1711944
ТП-10-15	852,8	2217280
ТП-10-16	570,24	1482624
ТП-10-17	608	1580800
	Итого	23212800

Т.е. фактически электропотребления района после перевода на электроотопление возрастает пропорционально увеличению единичной установленной мощности одного электропотребителя (коттеджа), т.е. практически в 2,7 раза.

3.3 Оценка экономической эффективности перевода потребителей на электроотопление

При электроотоплении у потребителя наивысшая мотивация в экономии и рациональном использовании тепловой энергии, так как он непосредственно контролирует свои затраты и у него есть средства контроля за температурой в каждом помещении.

Для оценки экономической эффективности перевода потребителей на электроотопление необходимо сравнить, что будет выгоднее: отапливать дом углем и какие будут при этом затраты, либо отапливать дом с помощью керамических панелей, электродкотлов или других устройств.

Согласно Приказу Госкомтарифэнерго Хакасии от 25.11.2022 года №12-Э величина одноставочного тарифа на электроэнергию для населения составляет 1,87 руб./кВт.ч. Как указывалось выше, в соответствии с пилотным проектом, снижение размера платежа является равным 0,72 руб./кВт.ч. Таким образом, фактически, владельцы коттеджей 10-го жилого района, перешедшие полностью на электроотопление, будут оплачивать по следующему тарифу:

$$T_{\phi} = 1,87 - 0,72 = 1,15 \text{ руб./кВт.ч.}$$

В денежном выражении величина платы за электрическую энергию по всем потребителям всех подстанций в существующей сети будет равна:

$$D_1 = 1,87 * 8704800 = 16277976 \text{ руб.}$$

Из полученной суммы доля на отопление составляет 0 руб.

Согласно таблицам 3.1-3.2, всего потребителей в районе 1131 ед. В среднем за отопительный период на один коттедж площадью 200 м² расходуется до 20 т. угля, и при стоимости тонны угля 3000 руб. получаем

на отопление

$$D_1 = 1131 * 20 * 3000 = 67860000 \text{ руб.}$$

В денежном выражении величина платы за электрическую энергию по всем потребителям всех подстанций при использовании электроотопления будет равна:

$$D_2 = 1,15 * 23212800 = 26694720 \text{ руб.}$$

Из полученной суммы доля на электроотопление составляет ориентировочно $25/40=0,625$ или

$$D_2 = 0,625 * 26694720 = 16684200 \text{ руб.}$$

Величина экономического эффекта составит:

$$\mathcal{E} = D_1 - D_2 = 67860000 - 16684200 = 51175800 \text{ руб.}$$

Таким образом, потенциальный экономический эффект при переходе на электроотопление всех потребителей составит порядка 51,2 млн. руб./год, а на одного потребителя в среднем получается около 45 тыс.руб./год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В теоретической части ВКР рассмотрены виды систем отопления частных жилых домов, освещена практика и проблемы перевода потребителей жилых районов на электроотопление.

В аналитической части произведен расчет электрических нагрузок жилого района до перевода на электроотопление, произведена проверка допустимой загрузки трансформаторов существующих ТП, пропускной способности электрических сетей района, а также произведен выбор ТП при недостаточной мощности источников питания.

В практической части проведен анализ существующего электропотребления района и анализ существующего электропотребления района на основе предыдущих расчетов. Рассчитаны потери электроэнергии, а также произведен итоговая оценка эффективности перевода потребителей на электроотопление.

Практическая значимость ВКР состоит в том, что данные исследования и полученные результаты позволят улучшить экологию Хакасии путем привлекательного тарифного стимулирования собственников частных жилых домов при использовании электроотопления (электрокотлов, керамических панелей отопления и других систем).

Потенциальный экономический эффект при переходе на электроотопление всех потребителей составит порядка 51,2 млн. руб./год, а на одного потребителя в среднем получается около 45 тыс.руб./год.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. «Воздух насыщен дымом, а во рту кислый привкус» - видео из Красного Абакана : сайт / ИА Хакасия. – URL: <https://19rus.info/index.php/obshchestvo/item/168486-vozdukh-nasyshchen-dymom-a-vo-rtu-kislyj-privkus-video-iz-krasnogo-abakana> (дата обращения 05.03.2023).

2. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Республики Хакасия в 2021 году» : сайт / Министерство природных ресурсов и экологии Республики Хакасия. – URL: <http://minprom19.ru/upload/iblock/105/goudarstvennyy-doklad-2021-god-.pdf> (дата обращения 05.03.2023).

3. 7 способов экономно отопить дом электричеством : сайт / Инженерные сети ОТЛАД.РУ. – URL: <https://otlad.ru/otoplenie/kak-deshevo-no-effektivno-otopit-chastnyij-dom-elektrichestvom/> (дата обращения 05.03.2023).

4. Абакан и Минусинск вошли в тройку самых загрязненных городов : сайт / Пульс Хакасии. – URL: <https://pulse19.ru/172071-abakan-i-minusinsk-voshli-v-trojku-samyh-zagrjaznennyh-gorodov/> (дата обращения 05.03.2023).

5. В Абакане начинается эксперимент с электроотоплением : сайт / ИА Хакасия. – URL: <https://dzen.ru/a/Yw7-Q0VNxGY5v8Ra> (дата обращения 05.03.2023).

6. Власти рассказали о переводе частных домов с печного на электроотопление : сайт / Хакасия. Республиканское интернет-издание. – URL: <https://gazeta19.ru/index.php/v-khakasii/item/78388-vlasti-rasskazali-o-perevode-chastnykh-domov-s-pechnogo-na-elektrootoplenie> (дата обращения 05.03.2023).

7. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии [Текст] : учебное пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – 4-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2014. – 648 с.

8. Жалобы жителей столицы Хакасии на загрязнение воздуха подтвердились : сайт / ИА Хакасия. – URL:

<https://19rus.info/index.php/obshchestvo/item/168605-zhaloby-zhitelej-stolitsy-khakasii-na-zagryaznenie-vozdukha-podtverdilis> (дата обращения 05.03.2023).

9. Керамические панели отопления НИКАТЭН. Энергосберегающее отопление для дома без газа, труб и котлов : сайт / НИКАТЭН – экономичное и безопасное отопление. – URL: <https://отопление-никатэн.рф/> (дата обращения 05.03.2023).

10. Костюченко, Л.П. Проектирование систем сельского электроснабжения: учеб. пособие / Л.П. Костюченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. -3-е изд., испр. и доп. - Красноярск, 2016. - 264 с.

11. Лещинская Т.Б. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства/ Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов – М.: Изд-во БИБКОМ – ТРАНСЛОГ, 2015. – 455 с.

12. О необходимости замены центрального отопления российских городов отоплением каждого дома индивидуально на основе электрического подогрева воды : сайт / AFTERSHOCK. – URL: <https://aftershock.news/?q=node/568914&full> (дата обращения 05.03.2023).

13. Положение ПАО «Россети» о единой технической политике в электросетевом комплексе. - М.: ПАО «Россети». - 2017. – 196 с.

14. Постановление президиума правительства республики Хакасия от 11 августа 2022 г. № 147-п. «О внедрении на территории республики Хакасия пилотного проекта по переводу частных домовладений с печного отопления на электрическое отопление».

15. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации [Текст]. – М. : Энергия, 2013. – 348 с.

16. Правила устройства электроустановок [Текст] : утверждены Министерством энергетики Российской Федерации. – М. : Проспект, 2019. – 831 с.

17. Приказ Госкомтарифэнерго Хакасии от 17.12.2021 г. №5-Э «Об установлении цен (тарифов) на электрическую энергию для населения и приравненных к нему категорий потребителей по Республике Хакасия на 2022 год.

18. РД 34.20.185-94 Инструкция по проектированию городских электрических сетей.

19. СП 256.1325800.2016 Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа (с Изменениями N 1, 2, 3).

20. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д.Л. Файбисовича. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : ЭНАС, 2012. – 376 с.

21. СТО 34.01-3.2-011-2017 Трансформаторы силовые распределительные 6-10 кВ мощностью 63-2500 кВА. Требования к уровню потерь холостого хода и короткого замыкания.

22. Федотов А.И. Проектирование городских электрических сетей: учеб. пособие / А.И. Федотов, О.В. Наумов, Н.В. Чернова. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2015. – 108 с.

23. Хорошая альтернатива газу: Минприроды РФ высказалось о переводе частного сектора на электроотопление : сайт / СибДепо: Журнал о жизни в Кузбассе. – URL: <https://sibdepo.ru/news/horoshaya-initsiativa-gazu-minprirody-rf-vyskazalos-o-perevode-chastnogo-sektora-na-elektrootoplenie.html> (дата обращения 05.03.2023).

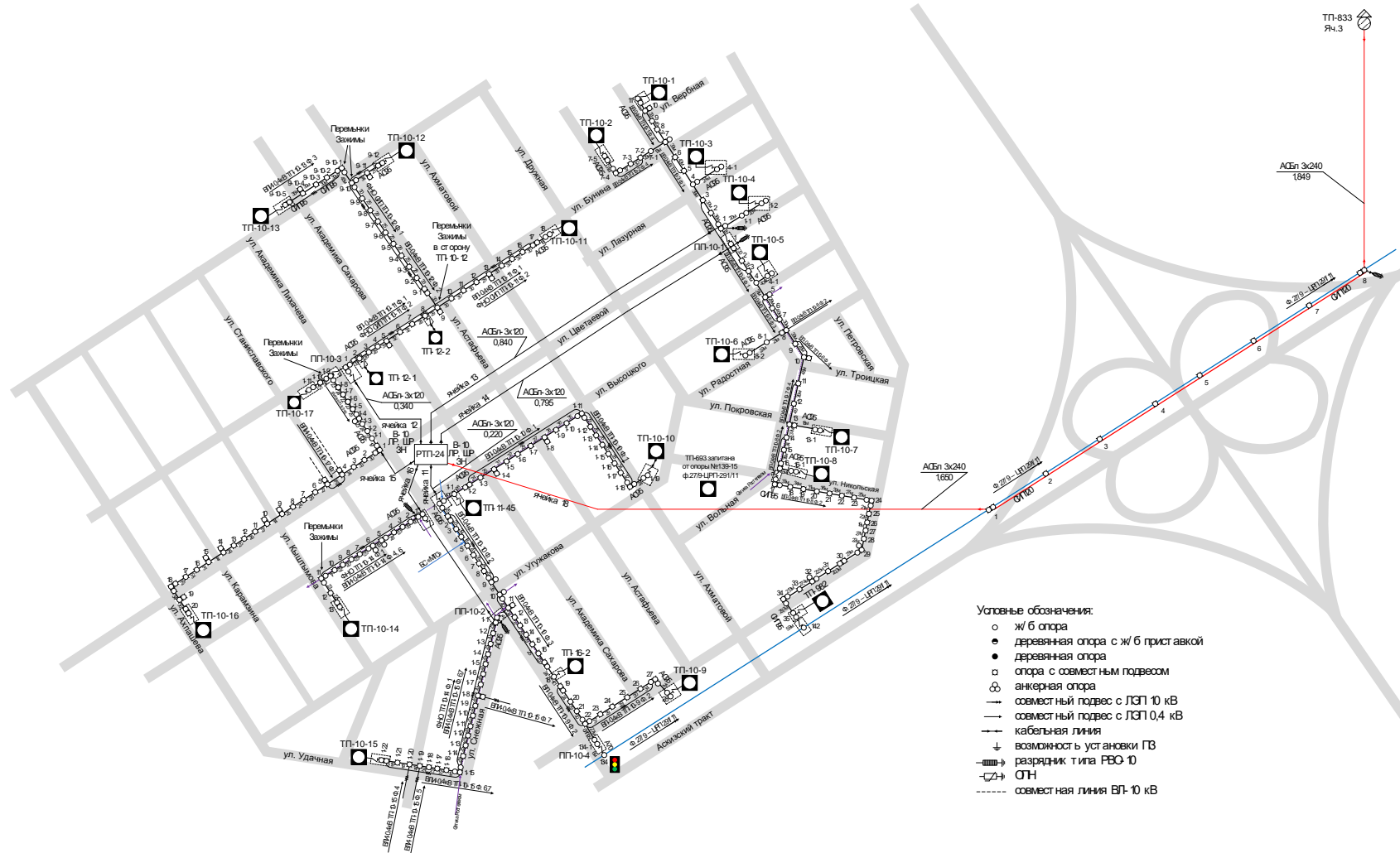
24. Электрическое отопление дома : сайт / ПРОФАЗУ.РУ. – URL: <https://profazu.ru/elektrooborudovanie/obogrev/elektricheskoe-otoplenie.html#i-5> (дата обращения 05.03.2023).

25. Электрическое отопление дома: какие нагревательные электроприборы эффективнее и экономичнее : сайт / Выставка домов «Малоэтажная страна». – URL: <https://m-strana.ru/articles/elektricheskoe-otoplenie-doma/> (дата обращения 05.03.2023).

26. Электроотопление «Никатэн»: обзор модельного ряда, преимущества и недостатки : сайт / ImBuilder. – URL: <https://imbuilder.ru/elektrootoplenie-nikaten-obzor-modelnogo-ryada-preimuschestva-i-nedostatki>

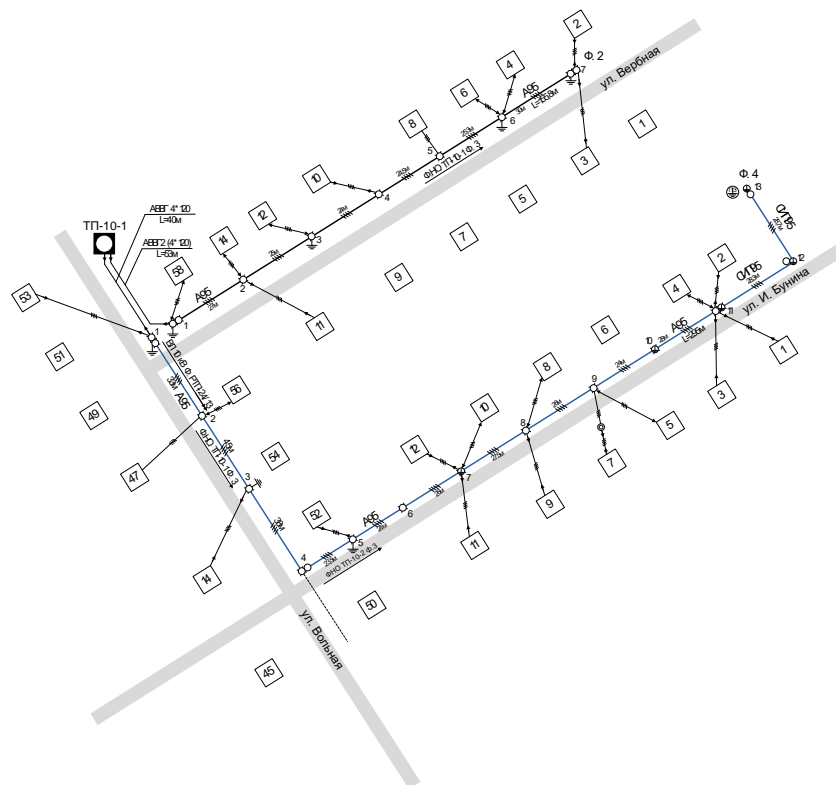
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Схема подвода питания к районному РТП-24



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Схема ВЛЭП 0,4 кВ (ТП-10-1 ф. 2, 4)



Условные обозначения:

- ж/б опора типа СВ10
- деревянная опора с ж/б приставкой
- деревянная опора
- опора типа СЦ 10
- □ опора с совместным подвесом
- ○ анкерная опора
- ○ опора с подкосом
- количество проводов в пролете
- совместный подвес с ЛЭП 10 кВ
- совместный подвес с ЛЭП 0,4 кВ
- кабельная линия
- ввод в дом кабельный
- линия ВЛ 10 кВ
- линия уличного освещения
- ⊕ зажим для уставки ГВ
- ОПН

Наименование	Ф. 1	Ф. 2	Ф. 3	Ф. 4
Длина провода ОПБ, км	-	-	-	0,057
Длина провода АПБ, км	-	-	-	-
Длина провода АПД, км	-	-	-	-
Длина провода АББ, км	-	0,169	-	0,295
Итого длина линии, км	0,221			

Схема ВЛЭП 0,4 кВ (ТП-10-2 Ф. 1, 2, 4)

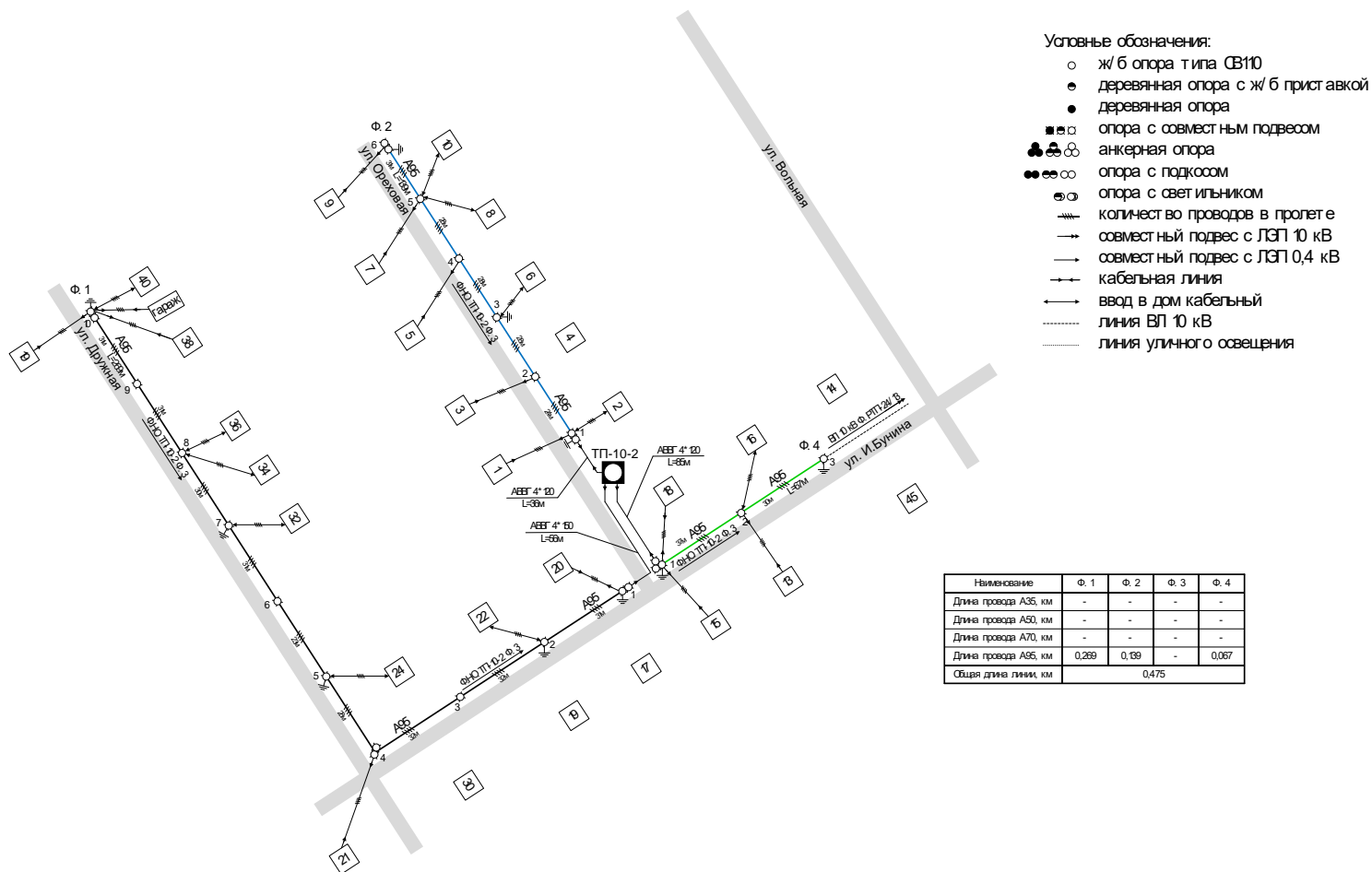


Схема ВЛЭП 0,4 кВ (ТП-10-3 Ф. 1, 2, 4)

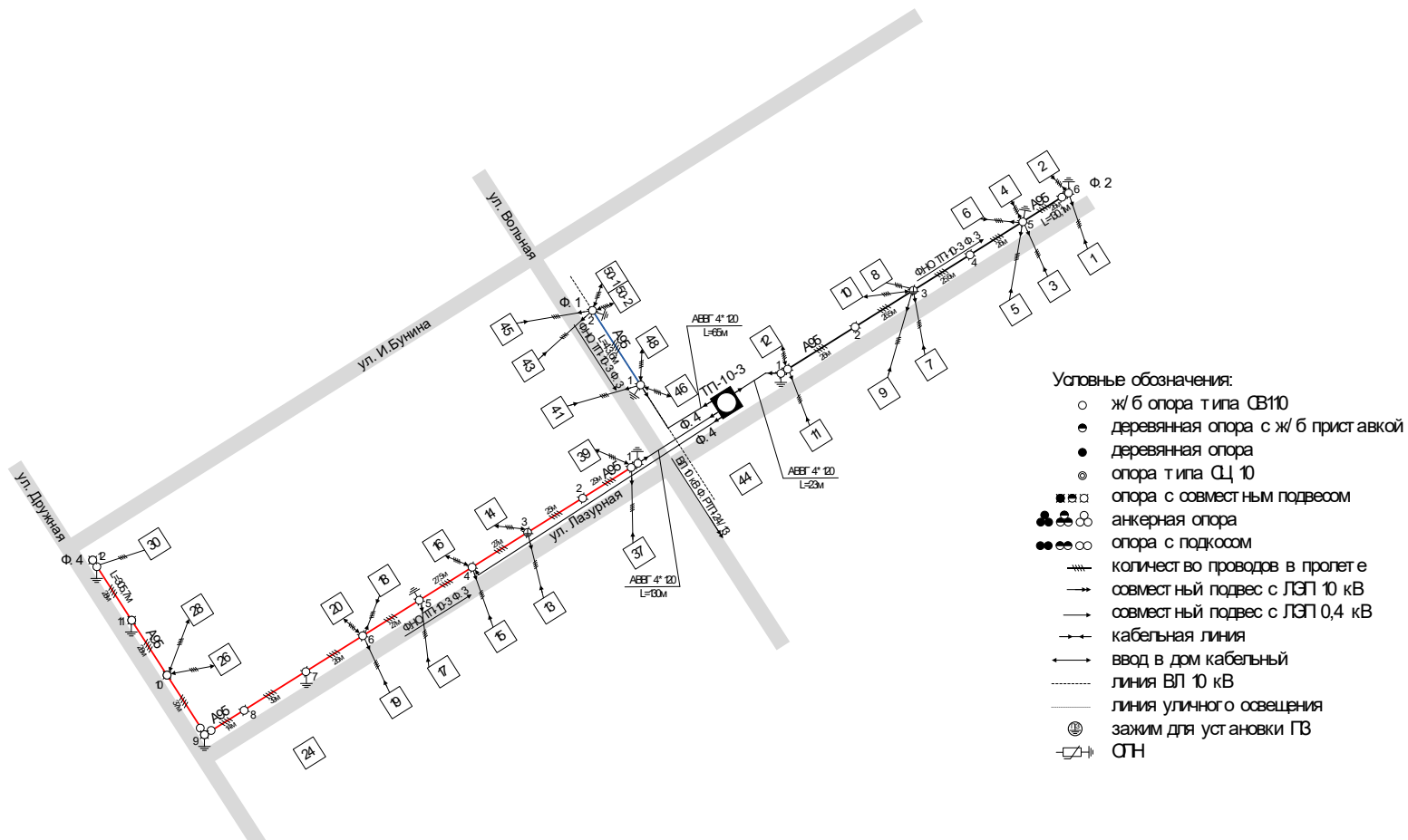
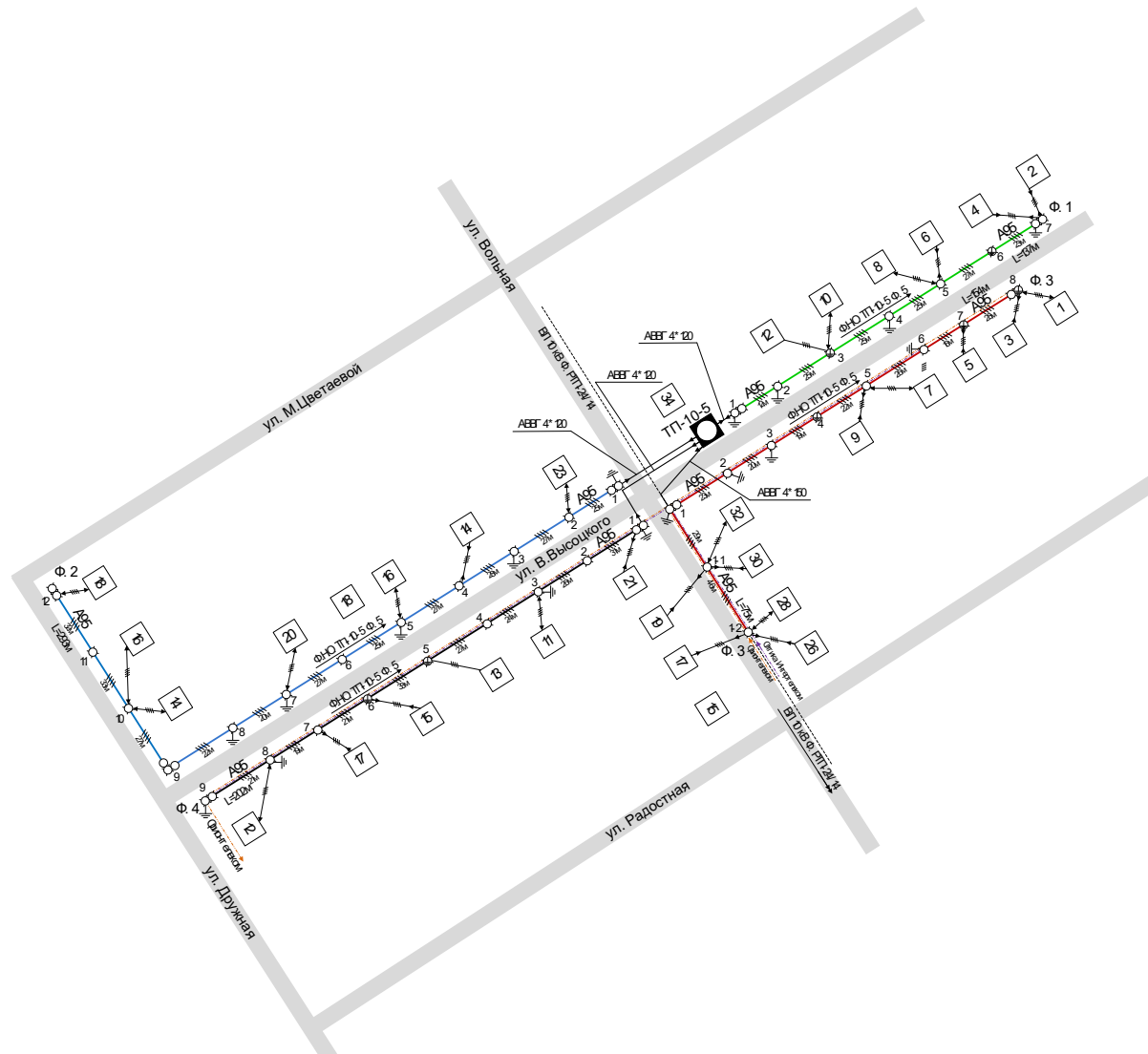


Схема ВЛЭП 0,4 кВ (ТП-10-4 Ф. 1, 2, 4)



Схема ВЛЭП 0,4 кВ (ТП-10-5 Ф. 1, 2, 3, 4)



Условные обозначения:

- ж/б опора типа СВ110
- деревянная опора с ж/б приставкой
- деревянная опора
- ⊙ опора типа СЦ 10
- □ опора с совместным подвесом
- ⊕ ⊖ ⊗ ⊘ анкерная опора
- ⊙ ⊘ опора с подкосом
- ≡ количество проводов в пролете
- совместный подвес с ЛЭП 10 кВ
- совместный подвес с ЛЭП 0,4 кВ
- кабельная линия
- ввод в дом кабельный
- линия ВЛ 10 кВ
- линия уличного освещения
- ⊕ зажим для установки ГЗ
- ⊕ ГЗН

Схема ВЛЭП 0,4 кВ (ТП-10-6 Ф. 1, 2, 4)

Условные обозначения:

- ж/б опора типа СВ110
- деревянная опора с ж/б приставкой
- деревянная опора
- ⊙ опора типа СЦ 10
- □ опора с совместным подвесом
- ⊕ ⊖ ⊗ анкерная опора
- ● ⊖ ⊕ опора с подкосом
- количество проводов в пролете
- совместный подвес с ЛЭП 10 кВ
- совместный подвес с ЛЭП 0,4 кВ
- кабельная линия
- ← ввод в дом кабельный
- линия ВЛ 10 кВ
- линия уличного освещения
- ⊕ зажим для установки ГВ
- СГН

Наименование	Ф. 1	Ф. 2	Ф. 3	Ф. 4
Длина провода А35, км	-	-	-	-
Длина провода А50, км	-	-	-	-
Длина провода А70, км	-	-	-	-
Длина провода А95, км	0,203	0,294	-	0,229
Общая длина линии, км	0,726			

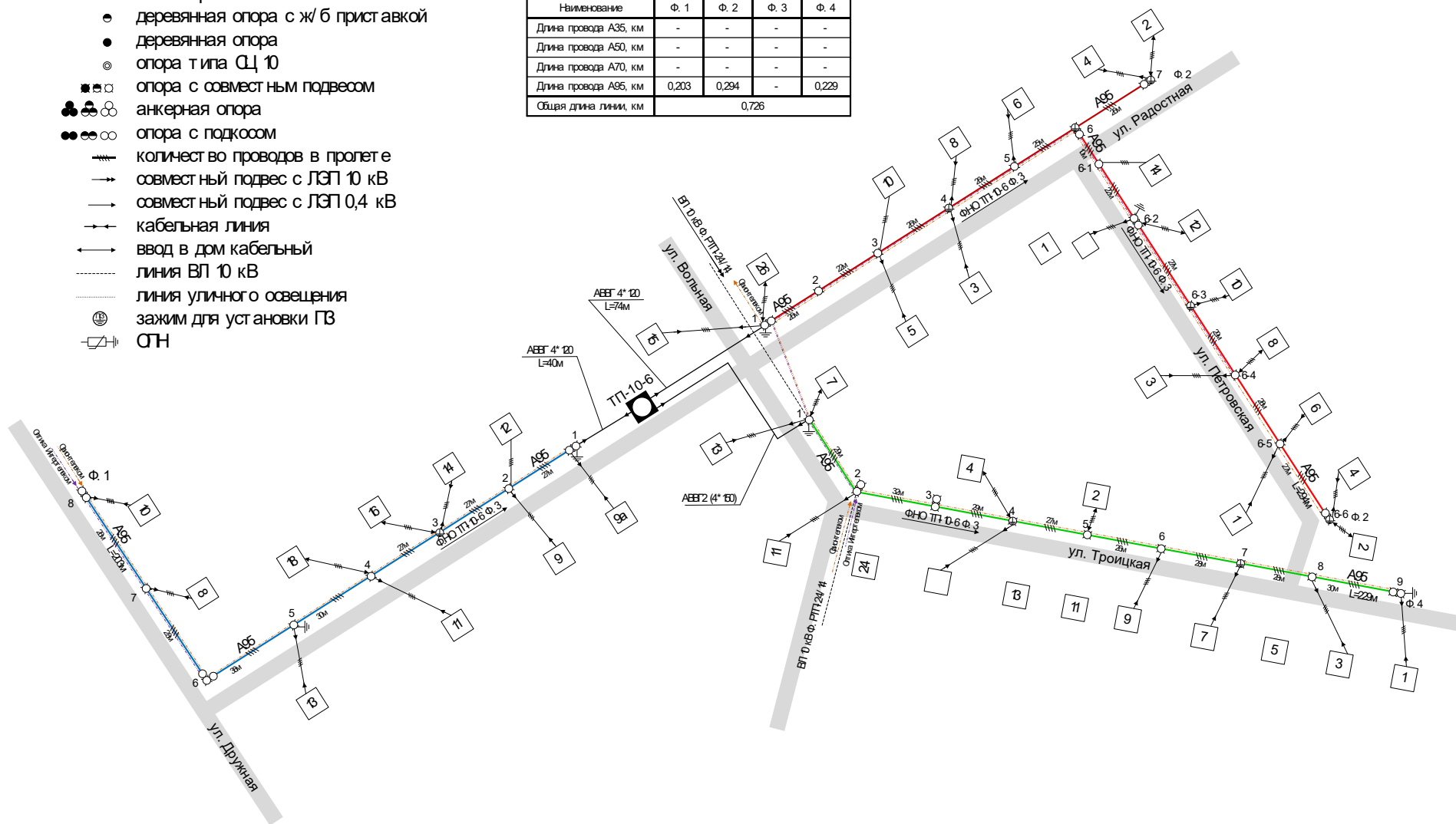


Схема ВЛЭП 0,4 кВ (ТП-10-7 Ф. 2, 4)

Наименование	Ф. 1	Ф. 2	Ф. 3	Ф. 4
Длина провода А35, км	-	-	-	-
Длина провода А60, км	-	-	-	-
Длина провода А70, км	-	-	-	-
Длина провода А95, км	-	0,183	-	0,25
Общая длина линии, км	0,433			

Условные обозначения:

- ж/б опора типа СВ110
- деревянная опора с ж/б приставкой
- деревянная опора
- ◎ опора типа СЦ 10
- □ опора с совместным подвесом
- анкерная опора
- опора с подкосом
- ══ количество проводов в пролете
- совместный подвес с ЛЭП 10 кВ
- совместный подвес с ЛЭП 0,4 кВ
- кабельная линия
- ↔ ввод в дом кабельный
- линия ВЛ 10 кВ
- линия уличного освещения
- ⊕ зажим для установки ГЗ
- ⚡ ОН

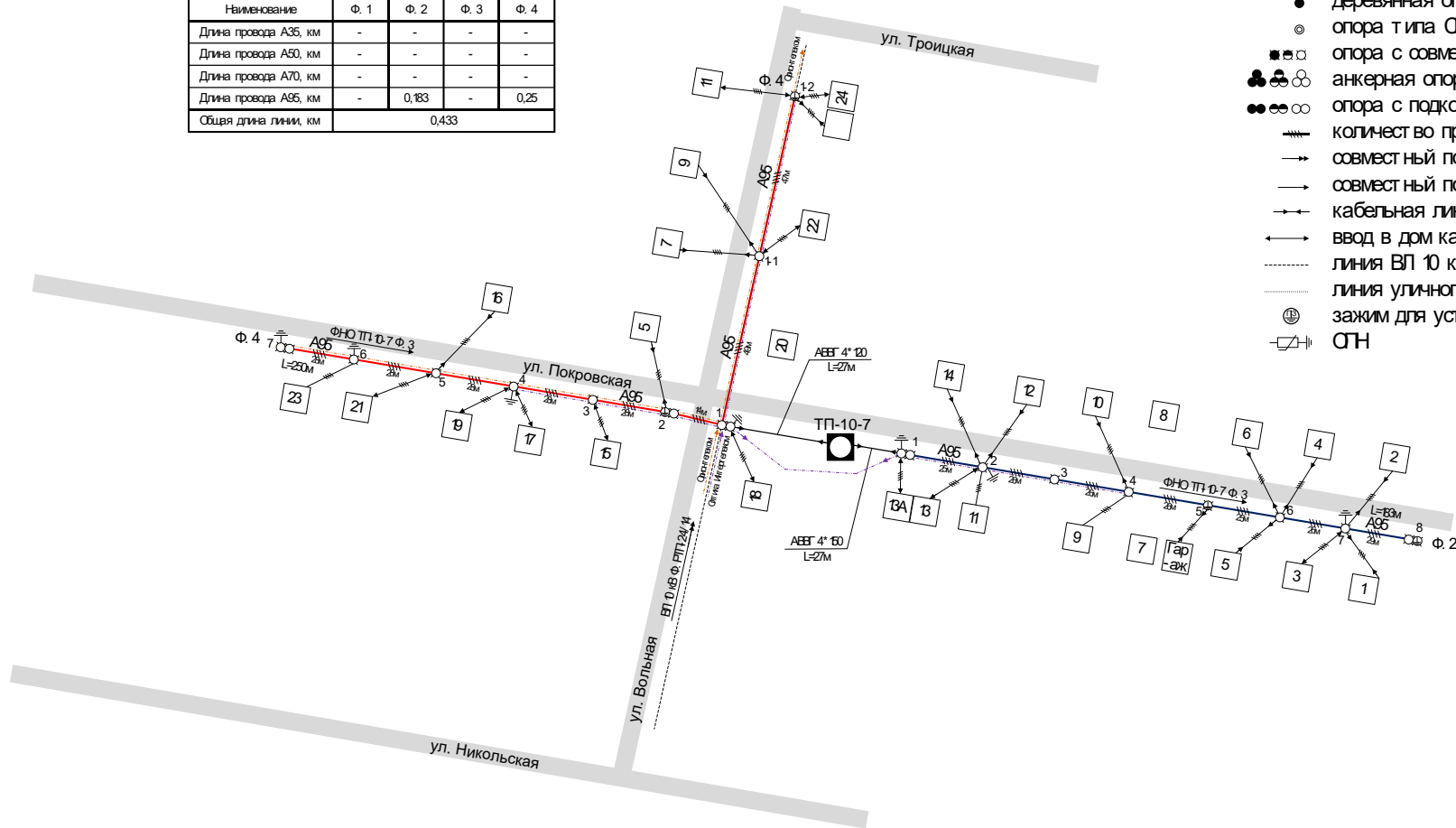


Схема ВЛЭП 0,4 кВ (ТП-10-8 Ф. 1, 2, 4)

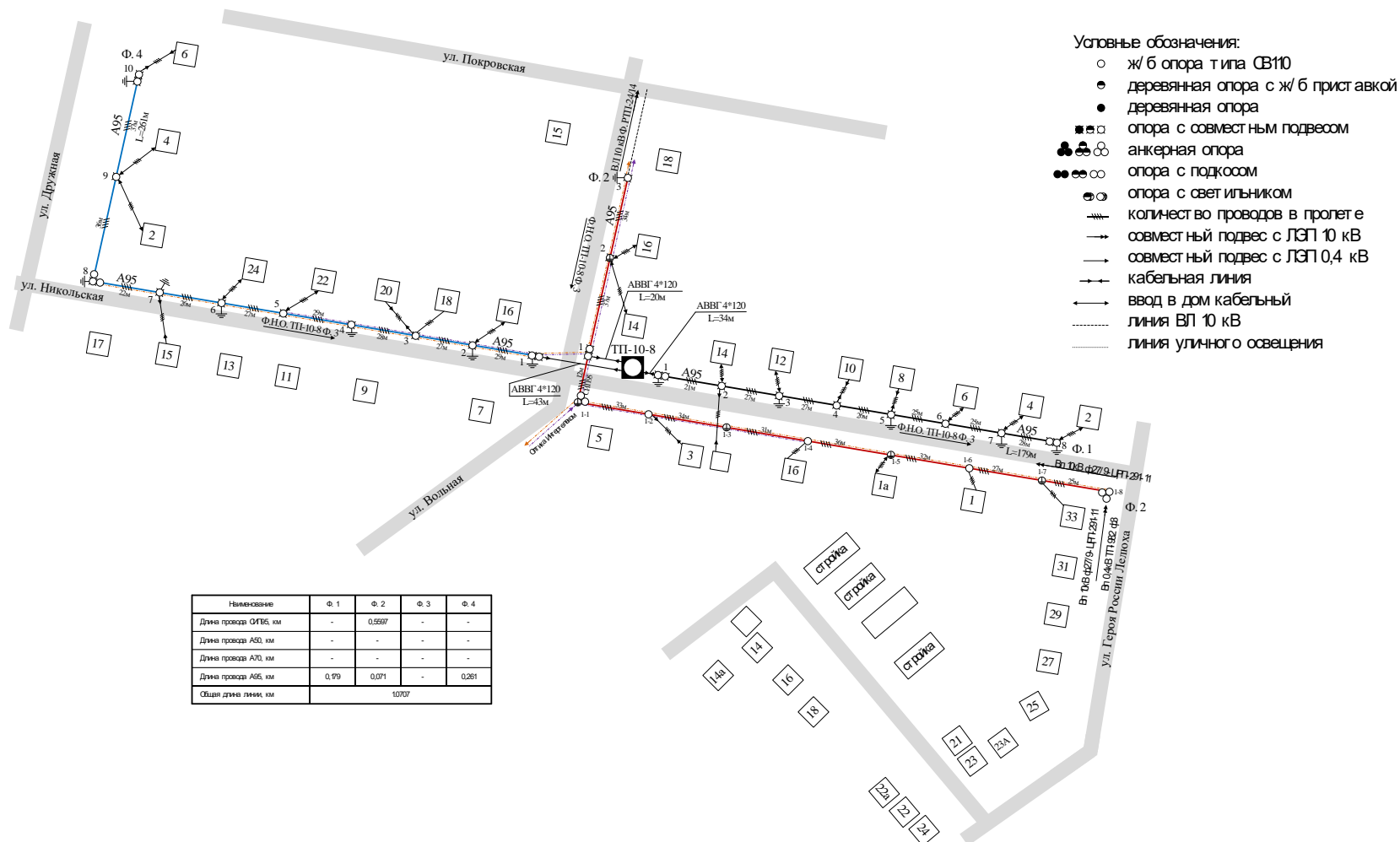


Схема ВЛЭП 0,4 кВ (ТП-10-9 Ф. 1, 2, 3, 4)

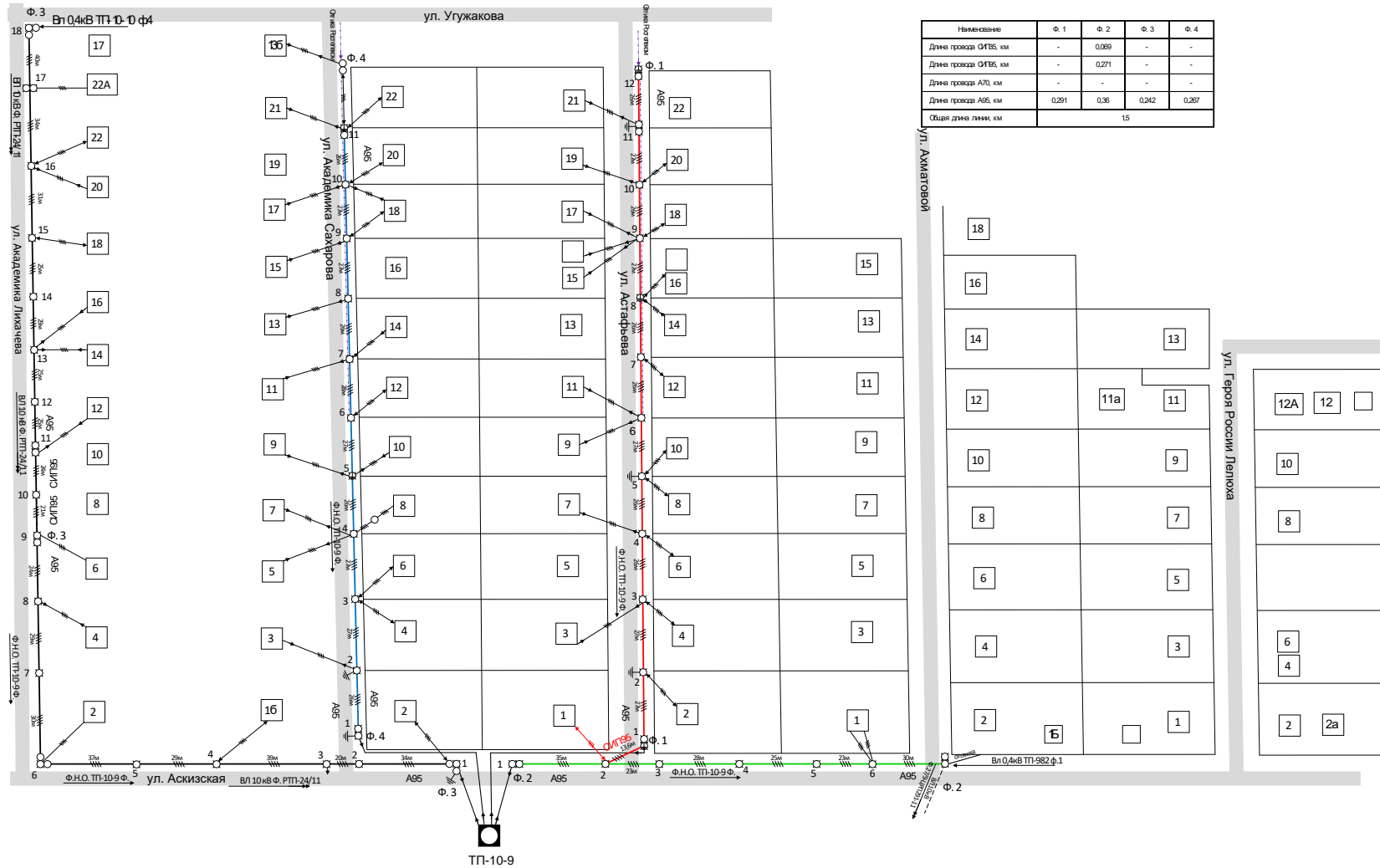


Схема ВЛЭП 0,4 кВ (ТП-10-10 Ф. 1, 2, 3, 4)



Схема ВЛЭП 0,4 кВ (ТП-10-11 ф. 1,2,3,4)

Наименование	Ф. 1	Ф. 2	Ф. 3	Ф. 4
Длина проводов ОЛБС, км	-	-	-	-
Длина проводов АБС, км	-	-	-	-
Длина проводов ОПБС, км	-	0,246	0,426	-
Длина проводов АБС, км	0,299	0,548	0,276	0,468
Общая длина линии, км	2,283			

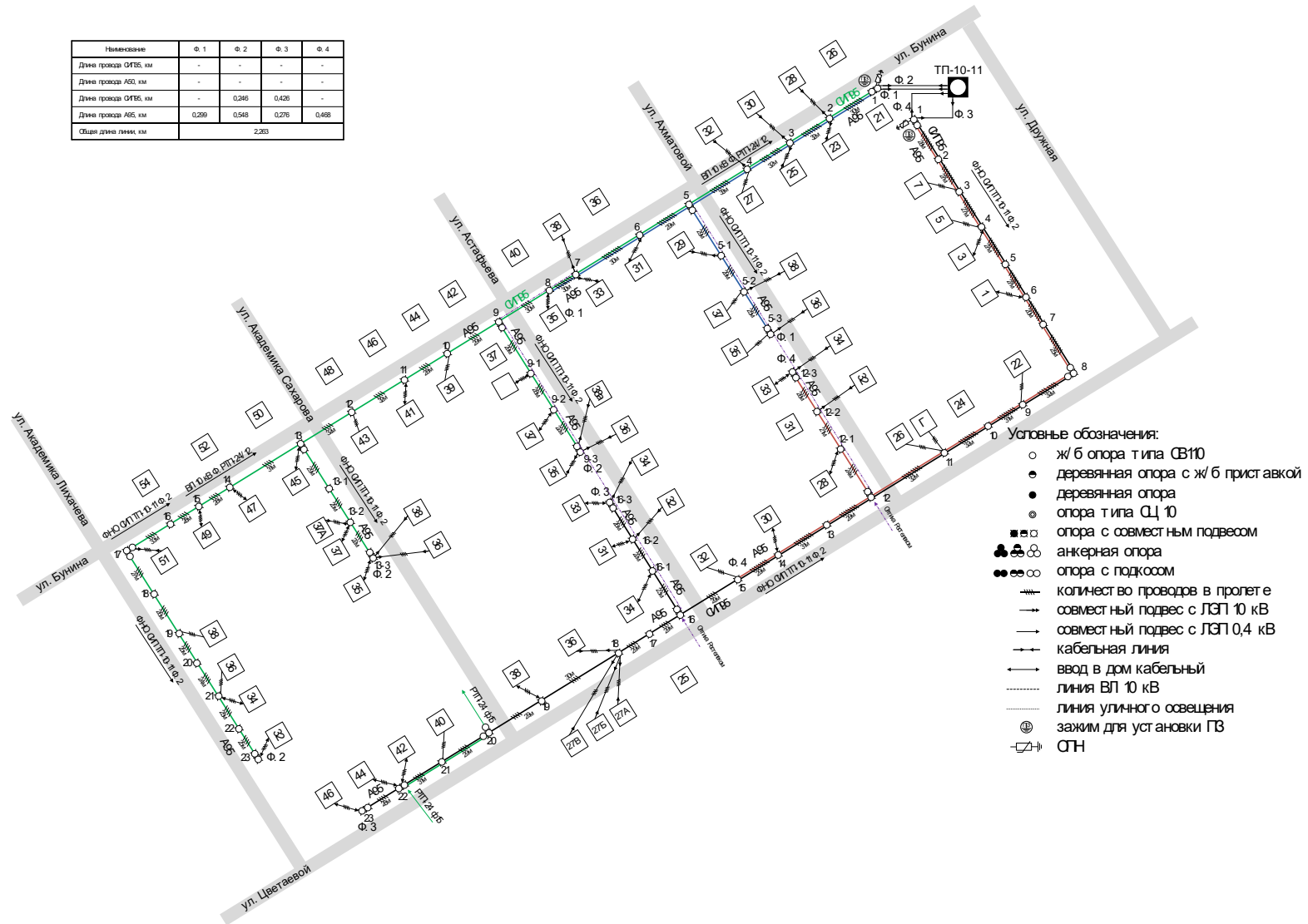
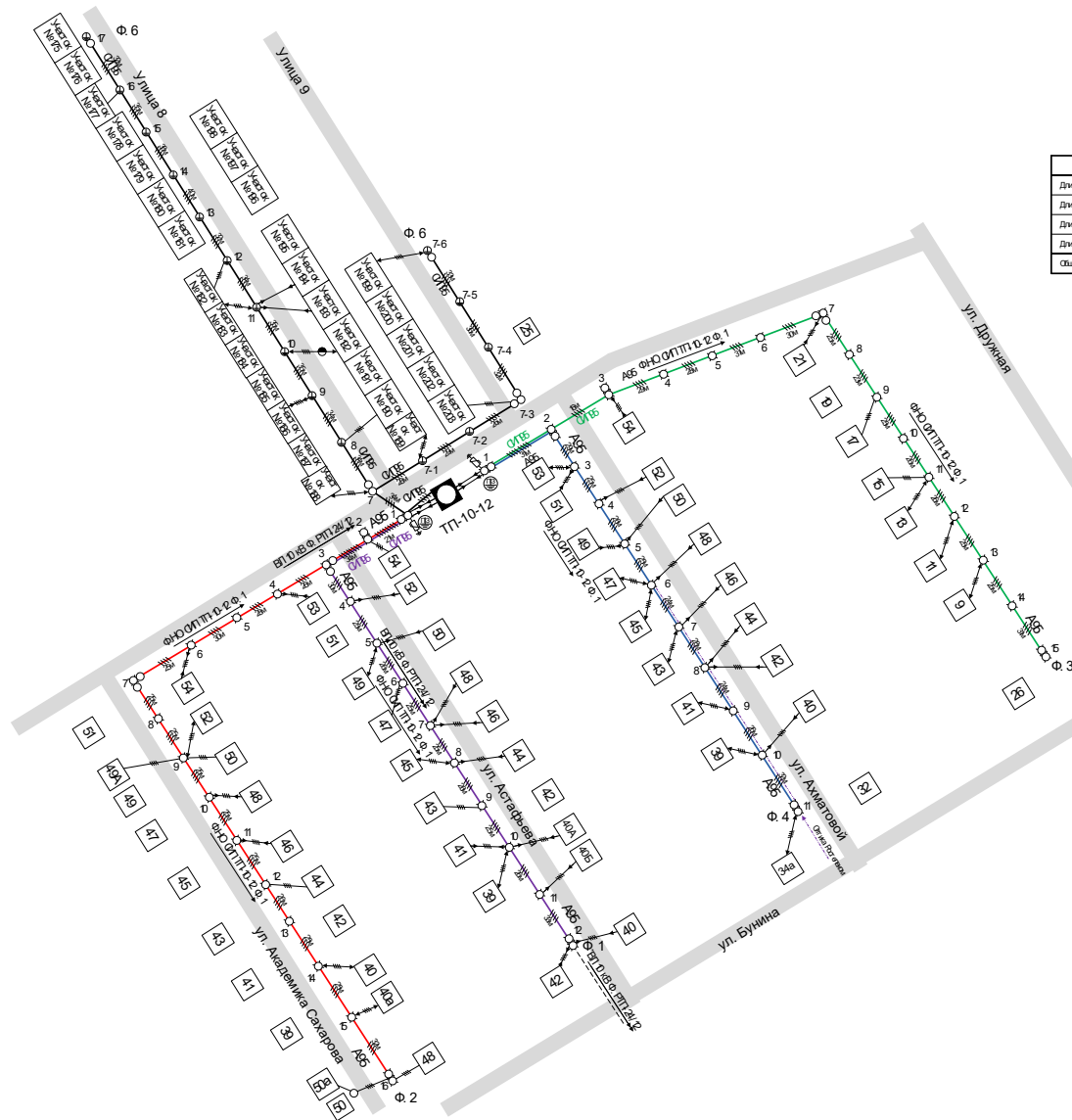


Схема ВЛЭП 0,4 кВ (ТП-10-12 ф.1, 2,3, 4)



Наименование	ф.1	ф.2	ф.3	ф.4
Длина провода А35, км	-	-	-	-
Длина провода А50, км	-	-	-	-
Длина провода СИП6, км	0,065	-	0,047	-
Длина провода А65, км	0,241	0,397	0,324	0,27
Общая длина линий, км	1,334			

Условные обозначения:

- ж/б опора типа СВ110
- деревянная опора с ж/б приставкой
- деревянная опора
- опора типа СЦ 10
- □ опора с совместным подвесом
- □ анкерная опора
- □ опора с подкосом
- количество проводов в пролете
- совместный подвес с ЛЭП 10 кВ
- совместный подвес с ЛЭП 0,4 кВ
- кабельная линия
- ввод в дом кабельный
- линия ВЛ 10 кВ
- линия уличного освещения
- ⊕ зажим для уставки ГВ
- ОН

Схема ВЛЭП 0,4 кВ (ТП-10-13 Ф. 1, 3)

Условные обозначения:

- ж/б опора типа СВ10
- деревянная опора с ж/б приставкой
- деревянная опора
- □ опора с совместным подвесом
- ⊕ ⊙ анкерная опора
- ⊙ опора с подкосом
- ⊙ опора с светильником
- колличество проводов в пролете
- совместный подвес с ЛЭП 10 кВ
- совместный подвес с ЛЭП 0,4 кВ
- кабельная линия
- ввод в дом кабельный
- линия ВЛ 10 кВ
- линия уличного освещения
- ⊕ зажим для установки ГВ

Наименование	Ф. 1	Ф. 2	Ф. 3	Ф. 4
Длина проводов ОПГВ, км	0,073	-	-	-
Длина проводов АБД, км	-	-	-	-
Длина проводов АПВ, км	-	-	-	-
Длина проводов ОПГВ, км	1,885	-	1,465	-
Общая длина линии, км	3,333			



Переведено на ТП-10-12 ф.6

Схема ВЛЭП 0,4 кВ (ТП-10-13 Ф. 2, 4)

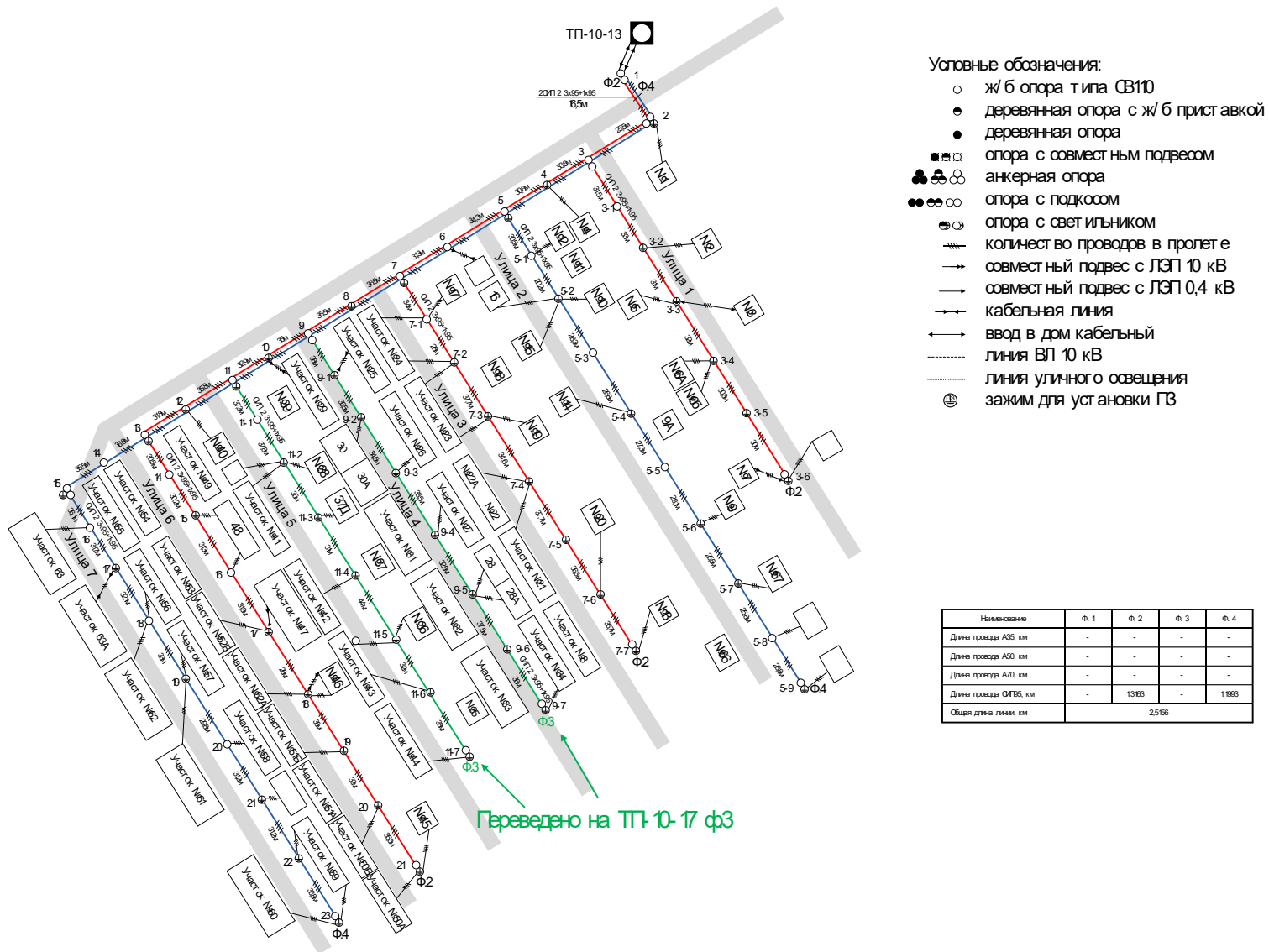


Схема ВЛЭП 0,4 кВ (ТП-10-14)

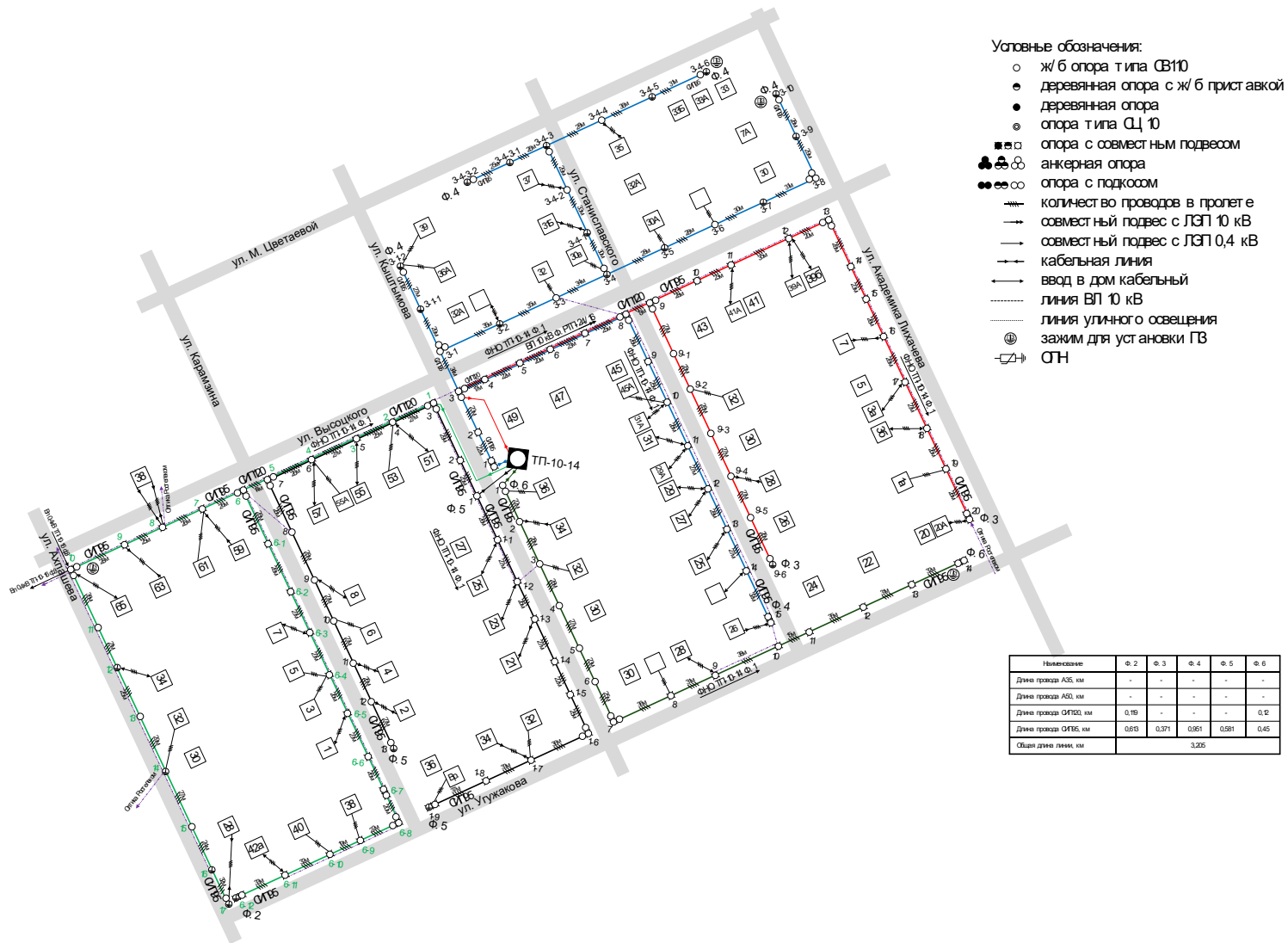


Схема ВЛЭП 0,4 кВ (ТП-10-15)

Наименование	Ф.1	Ф.2	Ф.3	Ф.4	Ф.5	Ф.6	Ф.7
Длина провода ОПБ5, км	-	-	-	-	-	-	0,029
Длина провода ОПБ3, км	-	-	-	-	-	-	0,0429
Длина провода ОПБ2, км	-	-	-	-	-	0,143	-
Длина провода ОПБ6, км	0,747	0,597	0,572	0,483	0,7045	0,354	0,806
Общая длина линии, км	4,3661						

- Условные обозначения:
- ж/б опора типа СВ10
 - деревянная опора с ж/б приставкой
 - деревянная опора
 - опора типа СЦ 10
 - опора с совместным подвесом
 - анкерная опора
 - опора с подкосом
 - количество проводов в пролете
 - совместный подвес с ЛЭП 10 кВ
 - совместный подвес с ЛЭП 0,4 кВ
 - кабельная линия
 - ввод в дом кабельный
 - линия ВЛ 10 кВ
 - линия уличного освещения
 - ⊕ зажим для установки ГЗ
 - ГТН

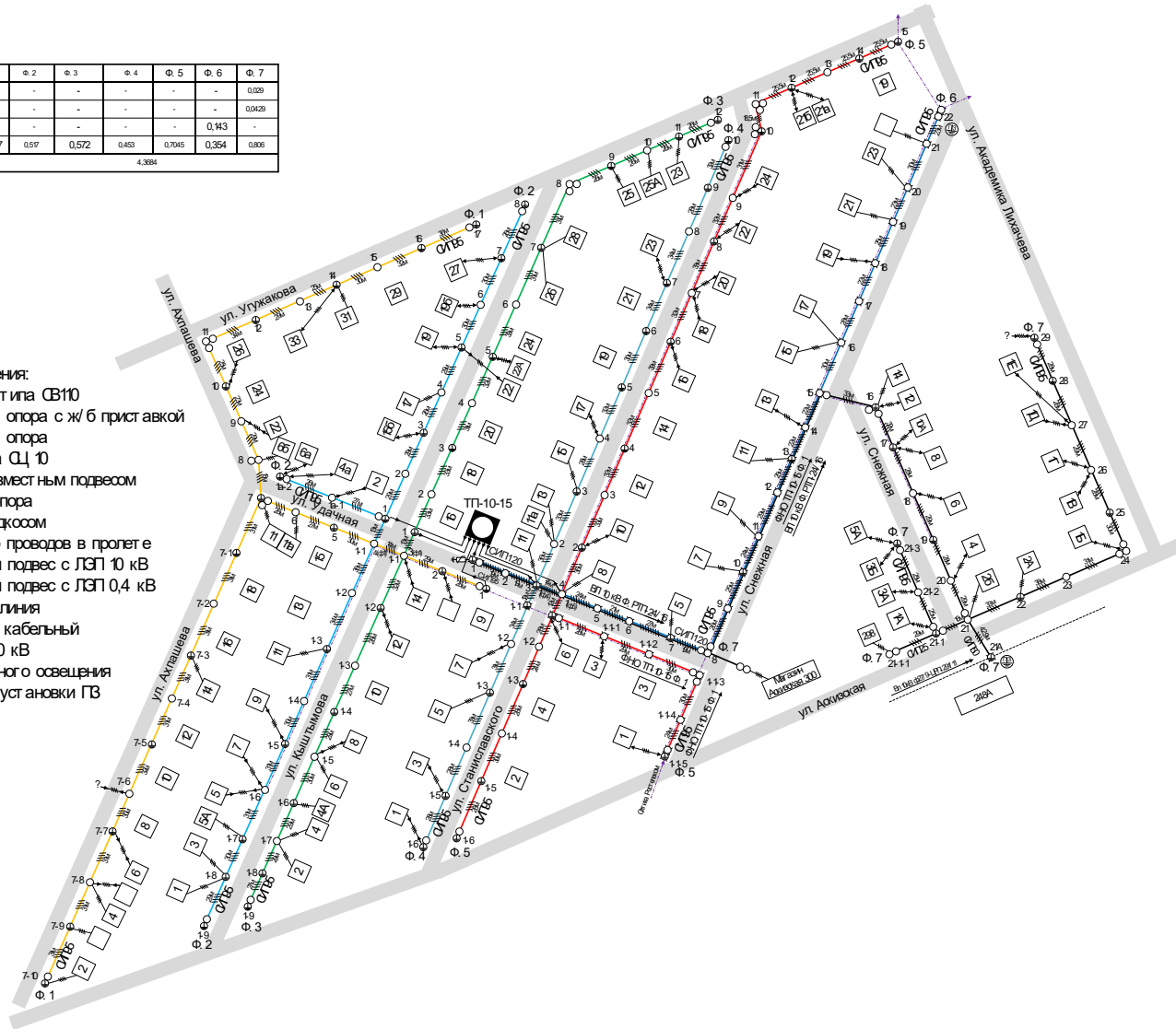


Схема ВЛЭП 0,4 кВ (ТП-10-16)

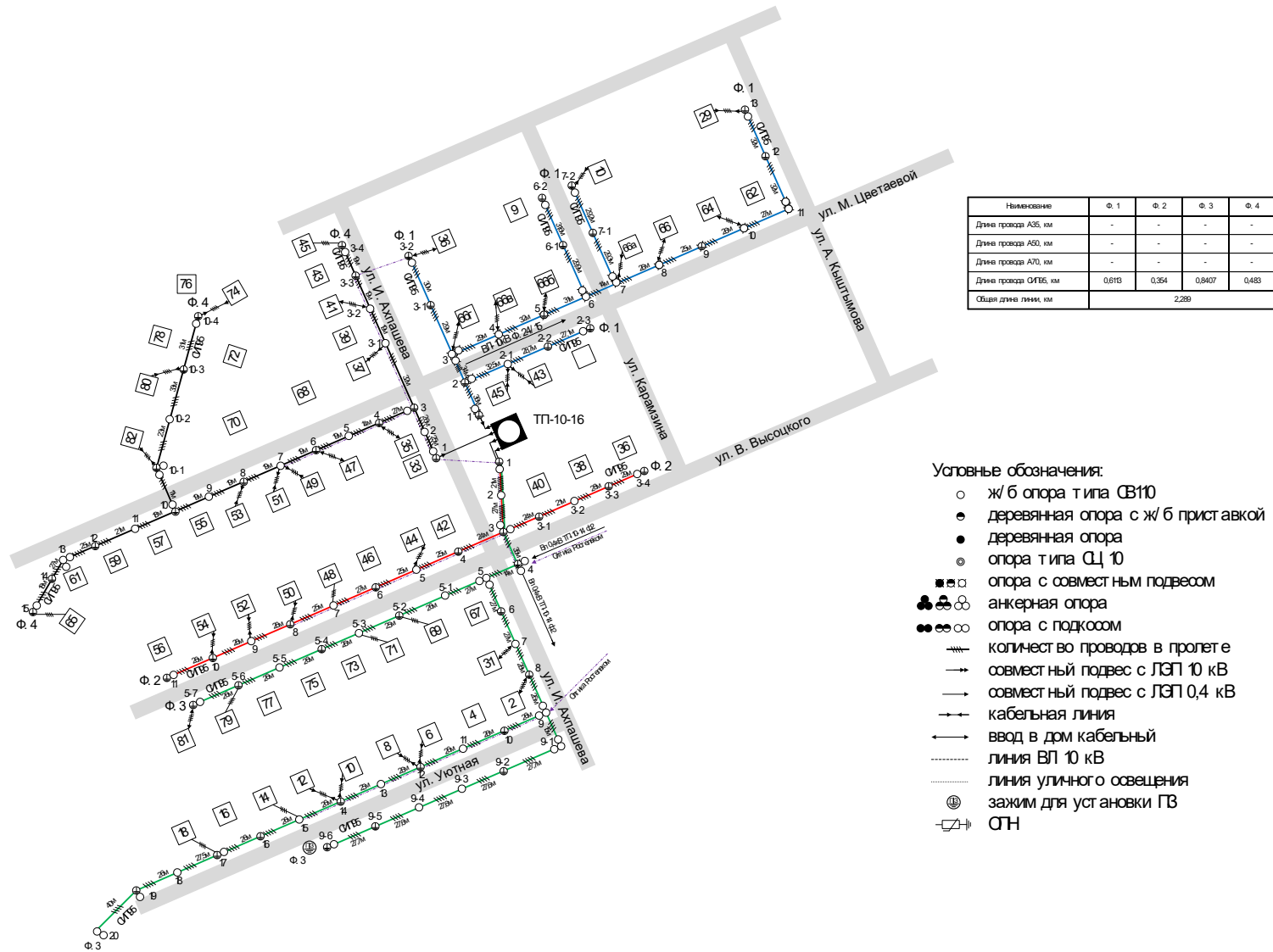
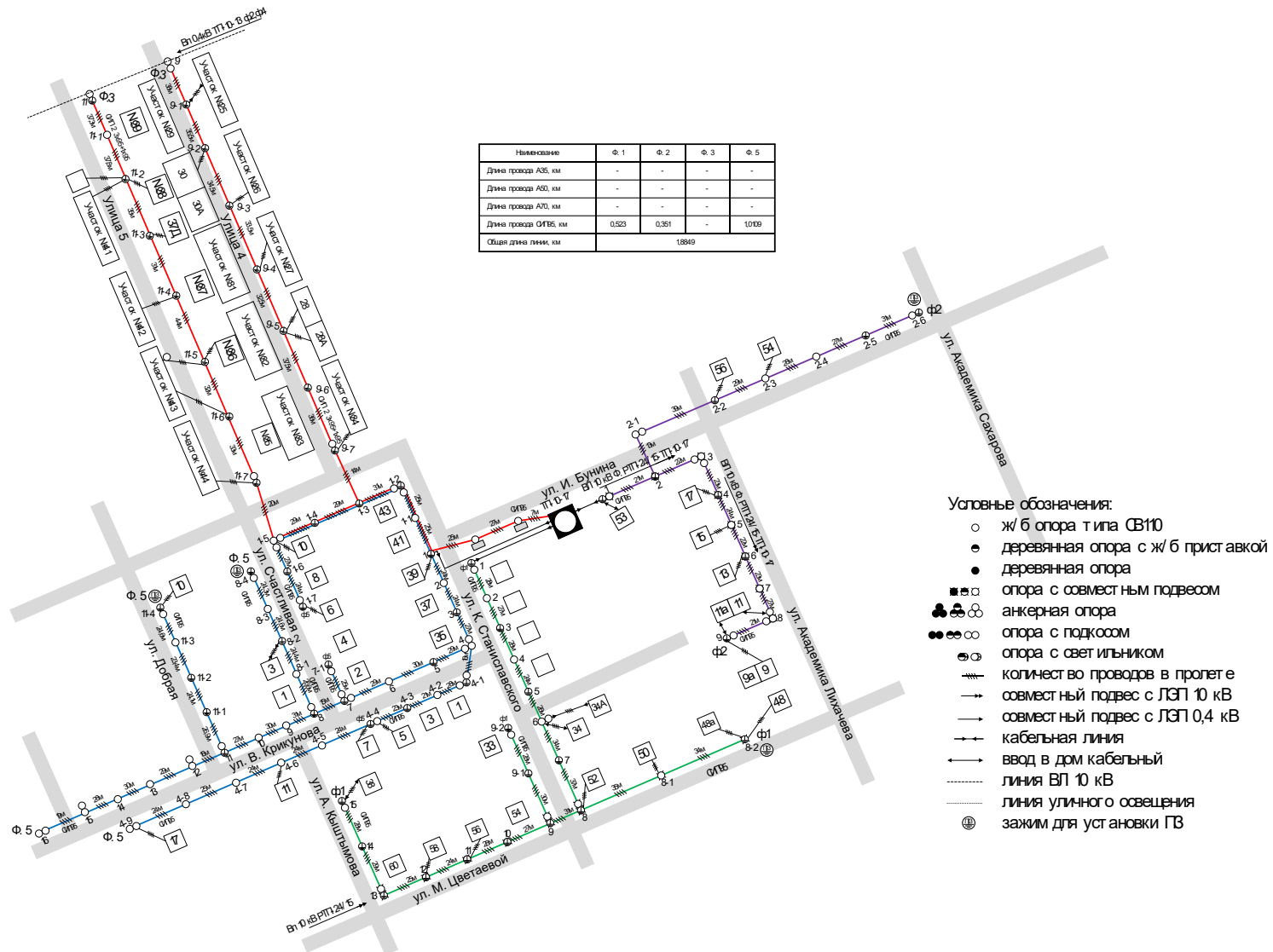


Схема ВЛЭП 0,4 кВ (ТП-10-17)



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Результаты замеров, осуществленным по всем трансформаторным подстанциям

	№ тр.	S ном кВА	KЗ%	I ном. А	Ин.А НН	Ин.А ВН	Ia. А	Ib. А	Ic. А	Ua. В	Ub. В	Uc. В	Uab. В	Дата
ТП-10-1	1	630	13	909	126	5.04	190	63	127	228	238	224	396	07.12.2021
ТП-10-1	1	630	11	909	103	4.12	88	117	104	233	231	233	403	08.06.2022
ТП-10-1	1	630	29	909	268	10.72	223	314	268	233	224	233	397	04.12.2022
ТП-10-2	1	630	4	909	37	1.48	48	23	40	232	234	232	405	08.06.2022
ТП-10-2	1	630	16	909	150	6	149	148	155	229	231	232	401	07.12.2022
ТП-10-2	1	630	17	909	159	6.36	153	165	161	229	228	230	396	11.01.2023

	№ тр.	S ном кВА	K3%	I ном. А	Iн.А НН	Iн.А ВН	Iа. А	Ib. А	Iс. А	Uа. В	Ub. В	Uс. В	Uаб. В	Дата
ТП-10-3	1	630	9	909	85	3.4	110	50	95	233	236	233	410	25.06.2021
ТП-10-3	1	630	11	909	105	4.2	118	97	101	228	231	230	336	07.12.2021
ТП-10-3	1	630	5	909	49	1.96	60	48	39	232	233	233	403	08.06.2022
ТП-10-4	1	630	14	909	132	5.28	143	151	104	226	228	230	395	07.12.2021
ТП-10-4	1	630	12	909	117	4.68	100	125	126	232	232	232	402	08.06.2022
ТП-10-4	1	630	30	909	274	10.96	269	317	236	232	227	229	399	06.12.2022

	№ тр.	S ном кВА	K3%	I ном. А	Iн.А НН	Iн.А ВН	Ia. А	Ib. А	Ic. А	Ua. В	Ub. В	Uc. В	Uab. В	Дата
ТП-10-5	1	630	27	909	246	9.84	275	215	250	229	228	230	398	25.12.2021
ТП-10-5	1	630	7	909	64	2.56	37	66	89	231	234	230	401	08.06.2022
ТП-10-5	1	630	33	909	302	12.08	299	342	266	231	225	228	396	06.12.2022
ТП-10-6	1	630	22	909	205	8.2	135	250	230	231	223	232	398	25.12.2021
ТП-10-6	1	630	15	909	143	5.72	142	171	116	229	230	235	401	08.06.2022
ТП-10-6	1	630	40	909	364	14.56	336	380	378	230	224	228	394	06.12.2022

	№ тр.	S ном кВА	K3%	I ном. А	Iн.А НН	Iн.А ВН	Iа. А	Ib. А	Iс. А	Uа. В	Ub. В	Uс. В	Uаб. В	Дата
ТП- 10-7	1	630	11	909	103	4.12	70	90	150	232	227	227	398	25.12.2021
ТП- 10-7	1	630	5	909	51	2.04	33	81	39	230	230	235	402	08.06.2022
ТП- 10-7	1	630	24	909	220	8.8	213	245	203	230	225	228	395	06.12.2022
ТП- 10-8	1	630	34	909	310	12.4	250	330	350	231	229	225	397	25.12.2021
ТП- 10-8	1	630	10	909	95	3.8	84	97	104	232	232	232	401	08.06.2022
ТП- 10-8	1	630	24	909	223	8.92	214	248	209	228	227	227	394	06.12.2022

	№ тр.	S ном кВА	K3%	I ном. А	И.А НН	И.А ВН	Ia. А	Ib. А	Ic. А	Ua. В	Ub. В	Uc. В	Uab. В	Дата
ТП- 10-9	1	630	52	909	476	19.04	460	510	460	230	225	230	394	25.12.2021
ТП- 10-9	1	630	22	909	203	8.12	239	180	190	227	233	228	397	11.08.2022
ТП- 10-9	1	630	66	909	607	24.28	634	568	521	223	226	221	286	06.12.2022
ТП- 10-10	1	630	56	909	513	20.52	529	525	486	232	233	237	405	09.01.2022
ТП- 10-10	1	630	18	909	172	6.98	187	181	150	233	238	234	409	11.08.2022
ТП- 10-10	1	630	76	909	692	27.68	648	779	651	227	235	238	405	07.12.2022

	№ тр.	S ном кВА	K3%	I ном. А	И.А НН	И.А ВН	Ia. А	Ib. А	Ic. А	Ua. В	Ub. В	Uc. В	Uab. В	Дата
ТП-10-11	1	630	17	909	163	6.52	145	90	256	238	243	238	410	25.06.2021
ТП-10-11	1	630	42	909	385	15.4	440	400	316	238	236	229	408	02.01.2022
ТП-10-11	1	630	39	909	363	14.52	370	381	340	233	234	236	406	09.01.2023
ТП-10-12	1	400	41	577	242	9.68	213	273	240	233	228	227	397	09.01.2022
ТП-10-12	1	400	10	577	60	2.4	90	20	70	231	234	236	405	10.07.2022
ТП-10-12	1	400	81	577	469	18.76	500	468	440	230	225	223	392	11.01.2023

	№ тр.	S ном кВА	K3%	I ном. А	И.А НН	И.А ВН	Ia. А	Ib. А	Ic. А	Ua. В	Ub. В	Uc. В	Uab. В	Дата
ТП- 10-13	1	630	76	909	692	27.68	765	589	724	230	241	229	408	28.12.2022
ТП- 10-13	1	630	21	909	193	7.72	190	230	160	237	239	241	414	10.07.2022
ТП- 10-13	1	630	104	909	946	37.84	964	882	994	230	233	228	398	06.12.2022
ТП- 10-14	1	630	43	909	393	15.72	393	392	394	244	239	239	418	18.01.2022
ТП- 10-14	1	630	15	909	138	5.52	130	170	115	245	244	246	426	10.07.2022
ТП- 10-14	1	630	73	909	667	26.68	710	675	616	234	236	242	411	08.12.2022

	№ тр.	S ном кВА	K3%	I ном. А	И.А НН	И.А ВН	Ia. А	Ib. А	Ic. А	Ua. В	Ub. В	Uc. В	Uab. В	Дата
ТП-10-15	1	630	52	909	479	19.16	458	487	494	230	230	227	398	18.01.2022
ТП-10-15	1	630	18	909	171	6.84	152	208	153	236	225	224	396	11.08.2022
ТП-10-15	1	630	80	909	736	29.44	720	830	660	232	223	221	391	08.12.2022
ТП-10-16	1	400	11	577	64	2.56	58	69	65	230	235	235	408	11.08.2022
ТП-10-16	1	400	61	577	355	14.2	390	351	325	231	239	234	408	06.12.2022
ТП-10-16	1	400	62	577	360	14.4	410	306	365	227	233	237	405	08.12.2022
ТП-10-17	1	400	49	577	287	11.48	290	299	274	223	227	227	293	09.01.2022
ТП-10-17	1	400	9	577	57	2.28	25	58	90	235	235	233	406	10.07.2022
ТП-10-17	1	630	60	909	527	21.88	514	568	561	235	233	234	405	06.12.2022

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»
институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.С. Торопов
подпись инициалы, фамилия

« 23 » 06 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Анализ эффективности перевода потребителей 10 жилого района г. Абакана
на электроотопление

тема

Руководитель Е.В. Платонова 22.06.23 к.т.н., доцент
подпись, дата должность, ученая степень

Е. В. Платонова
инициалы, фамилия

Выпускник М.Н. Золотухин 22.06.23
подпись, дата

М. Н. Золотухин
инициалы, фамилия

Нормоконтролер И.А. Кычакова 22.06.2023.
подпись, дата

И.А. Кычакова
инициалы, фамилия

Абакан 2023