

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт энергетики и электротехники

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Режимы работы электрических источников питания, подстанций, сетей и систем  
(направленность (профиль))

## МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему «Организация учета энергоресурсов, производимых и потребляемых ООО «Тольяттикаучук»

Студент(ка)

С.О. Иевлев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

В.П. Тараканов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Консультанты

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы д.т.н., профессор В.В. Вахнина \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор В.В. Вахнина \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Тольятти 2016

## Содержание

Введение	3
1 Анализ существующей структуры АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук»	8
1.1 Анализ электроснабжения предприятия «Тольяттикаучук»	10
1.2 Анализ суточного потребления электроэнергии	26
1.3 Анализ системы учета установленной на предприятии ООО «Тольяттикаучук»	33
1.4 Выводы по разделу 1	38
2 Выбор оборудования и интерфейсов для модернизации системы АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук»	39
2.1 Выбор трансформаторов тока и напряжений	46
2.2 Выбор приборов учета для АСКУЭ «Тольяттикаучук»	48
2.3 Выводы по разделу 2	57
3 Модернизация структуры АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук»	58
3.1 Требования к системе контроля и учета данных на ООО «Тольяттикаучук»	70
3.2 Инструкция по охране труда для инженера – электроника по обслуживанию системы АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук»	76
3.3 Выводы по разделу 3	87
Заключение	88
Список используемой литературы	89

## **Введение**

В получившихся условиях экономики Российского государства и развивающейся энергосистемы разносторонний учет электроэнергии морально устаревшими индукционными счетчиками не подходит в полной мере к требованиям новых экономических отношений.

Такой учет не может эффективно организовать прохождение электроэнергии как товара по всему ее жизненному циклу, быстро решать поставленные задачи по составлению балансовой мощности электроэнергии для обнаружения потерь энергетических ресурсов по всем субъектам энергосистемы, обеспечивать платежи и расчеты за потребление электричества и затраченной мощности.

В связи с этим морально устаревший учет подлежит глубокой модернизации электрооборудования, а также обеспечению новыми мощностями и измерительными средствами учета, которые основываются на достижениях современной электронной техники и глобальном использовании принципов автоматизации энергоучета.

Разнообразие предлагаемых на рынке приборостроения средств учета электрической энергии требует выработки единой государственной политики по отбору и применению средств целью, которой является эффективное решение задач учета в сбалансированных интересах всех субъектов энергосистемы, потребителей и субъектов развивающегося рынка электроэнергии.

Автоматизированная система контроля и учета энергии (АСКУЭ) - это своеобразный ресурс, который позволяет добиться рационального расхода каждого из энергоносителей - горячей воды, электроэнергии, газа и пара.

По проведенному анализу в 2015 году были выявлены лидеры по использованию систем учета электроэнергии - Германия, Япония, США, Канада и Франция. В этих странах, система по учету электроэнергии ярко выражена и является одним из ведущих направлений.

Россия тоже не стоит на месте - и в связи с чем, в последние годы бережливому использованию энергетических ресурсов уделяется особое внимание.

Основное направление развитие энергоучета – это технический и коммерческий учет, а также контроль потребления или отпуска энергоносителей.

Для формирования требований к системе учета всех видов разрабатывается специализированное программное обеспечение для создания полной автоматизации учета энергоносителей. Также разрабатываются и успешно внедряются ряд документов, которые облегчают создание АСКУЭ. Автоматизированные системы учета электроэнергии (АСКУЭ) позволяют промышленным предприятиям автоматизировать расчеты с конечными потребителями, добиться прозрачности и достоверности в оперативном учете электрической энергии, а также обеспечить контроль технического состояния электроэнергетических систем. Применение данной системы учета на крупных предприятиях позволяет снижать оплату за потребление электрической энергии.

Одна из самых главных задач энергоучета состоит в точности измерения количества затраченной или переданной электроэнергии конечным потребителям. А также обеспечить хранение в банках памяти данных об измерении для составления расчетов, как с потребителем, так и с поставщиком. Ведь, как правило, наблюдение за режимами, потребления за какой, то отчетный период позволяет выявить существенные убытки в организации работы предприятия с точки зрения потребления электроэнергии.

Понятие системы учета суммирует целый ряд систем, у каждой из которых есть свое предназначение. А именно контроль и учет ряда энергоносителей, что приемлемо для каждого пользователя, который самостоятельно решает, с чего начать процесс энергосбережения и энергоэффективности - с экономии одного из ресурсов или же монтировать систему учета комплексно. АСКУЭ как система базируется на разно функциональных счетчиках, что дает ряд

возможностей не только проконтролировать главные показатели качества электроэнергии, но и образовать учет электроэнергии а также провести учет предаварийных, аварийных и нормальных режимов работы оборудования.

Особенно это касается крупных промышленных компаний, таких как ООО «Тольяттикаучук», деятельность которого связана с большими объемами использования энергоресурсов. В интересах компании производить расчет с поставщиком электроэнергии не фиктивным, условным нормам или устаревшим и неточным приборам, а на основе своевременного и высокоточного приборного учета.

Современная торговля энергоресурсами основана на использовании автоматизированного энергоучета, которое приводит к минимуму участие человеческого фактора на этапе измерения, сбора и анализе данных и обеспечивающего точный, оперативный и гибкий учет, как со стороны поставщика энергоресурсов, так и со стороны потребителя. По этому, как поставщики, так и потребители организуют на своих предприятиях автоматизированные системы контроля и учета энергоресурсов - АСКУЭ.

При модернизации современной системы автоматизированного контроля и учета энергоресурсов, предприятие ООО «Тольяттикаучук» полностью будет контролировать процесс потребления энергоресурсами. А также появляется возможность плавного перехода к различным системам тарифов, но только с согласия поставщика энергоресурсов. Тем самым это поможет произвести к сокращению своих энергозатрат.

В связи с этим на предприятии ООО «Тольяттикаучук» разработали программу по энергосбережению на предприятии. Эта программа была внедрена после обследования самого производства. Ее целью стало разработать ряд мероприятий, а также произвести оценку экономического эффекта от модернизации системы учета.

Программа энергосбережения включает в себя мало затратные мероприятия (срок окупаемости до года), средне затратные мероприятия (срок окупаемости 2-3 года) и высоко затратные мероприятия.

Здесь стоит пометить, что энергосбережение ресурсов требует вложения основательных финансовых средств и необходимо рассматривать его как одно из направлений инвестиционной деятельности предприятия.

После проведенного анализа и обследования возник ряд факторов, которые снижали показатели энергосбережения и энергоэффективности до минимума, а именно:

- морально и технически устаревшее оборудование, в котором для учета электроэнергии используются индукционные счетчики, давно не отвечающие требованиям современного рынка электроэнергии.

- рост уровня автоматизации всех процессов на предприятии, что очень сильно увеличивает энергопотребление;

По своим функциональным возможностям, принципам построения, составу и структуре технических и программных средств АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук» удовлетворяет положениям «Концепции создания автоматизированных систем технического и коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ)», подготовленной РАО «ЕЭС России», а по основным техническим характеристикам действующим в РАО «ЕЭС России» «Типовым техническим требованиям к средствам автоматизации контроля и учета электроэнергии и мощности для АСКУЭ энергосистем».

АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук» в соответствии с законом Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений» по назначению относится к сфере государственного метрологического контроля и надзора. Для учета электроэнергии и мощности должны использоваться средства измерений, утвержденные Госстандартом России и внесенные в Государственный реестр средств измерений.

**Актуальность работы:** отсутствие рациональной системы контроля и учета электроэнергии не позволяет обеспечить оперативный контроль ее потоков, составлять аналитические энергобалансы, оценивать и стимулировать эффективность использования, обоснованно нормировать и управлять потреблением энергии.

Так как система учета электроэнергии, установленная на предприятии, ООО «Тольяттикаучук» представлена счетчиками класса 1 с числоимпульсными входами, что не отвечает требованиям по точности измерения, надежности функционирования, современным требованиям к процессу взаимодействия с оператором, то возникает необходимость модернизации на предприятии системы контроля и учета энергии (АСКУЭ).

**Цель исследования:** обеспечить повышенную точность учета данных, которая позволит в свою очередь повысить экономический эффект энергосбережения на предприятии ООО «Тольяттикаучук».

В соответствии с указанной целью поставлены следующие **задачи** исследования:

- анализ существующей структуры АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук»;
- выбор оборудования и интерфейсов для модернизации системы АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук»;
- обоснование экономического эффекта от модернизации АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук»;

## **1 Анализ существующей структуры системы АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук»**

Автоматизированная система контроля учета энергоресурсов необходима для сверхточного учета и оперативного контроля за переданной и потребляемой электроэнергией с учетом тарифов установленных ранее, а также для доступа к уже имеющимся данным для обработки и произведения расчетов, проведения анализов и отработке эффективной энергосберегающей политики.

Автоматизация учета на различных этапах, от потребления и до производства, является основным условием функционирования современных энергосистем.

АСКУЭ как система комплексного учета энергоресурсов предприятия, должна обеспечить:

- снижение удельного расхода энергоресурсов на единицу выпускаемой продукции;
- мониторинг и технический учет распределения и потребления энергоресурсов в ходе технологических процессов выработки продукции;
- ведение балансовых схем и оперативного контроля балансов с возможностью распределения потерь по технологическим группам (производство – транспортировка – потребление), производственным подразделениям и местам возникновения затрат;
- поддержку принятия эффективных управленческих решений по различным производственно-технологическим вопросам;
- определение стратегии адресных, оптимально эффективных инвестиций, необходимых для реконструкции и модернизации развития системы энергоснабжения предприятия.

Целями создания системы АСКУЭ являются:

- измерение и учет количества потребляемых энергоресурсов (газ, азот, сжатый воздух, вода, пар, промышленный холод, тепловая и электрическая энергия), что позволит определить величины учетных показателей,

определяющих финансовую стоимость и экономическую эффективность этих затрат;

- повышение оперативности контроля и принятия решений по оптимизации и повышению эффективности энергопотребления предприятия и снижение доли затрат энергоресурсов в себестоимости продукции;

- оптимальное планирование потребления энергоресурсов на выпуск единицы продукции;

- оптимизация управления работой энергогенерирующего оборудования при возможно точном соблюдении графика поставки энергоресурсов и контроль расходования энергоресурсов;

- повышение экономической эффективности использования энергоресурсов;

- повышение надежности и эффективности работы оборудования объектов теплоснабжения и водоснабжения, скорости реализации оперативных решений за счёт повышения качества и оперативности управленческой деятельности;

- своевременное предоставление оперативному персоналу достоверной информации по производству и потреблению энергоресурсов;

- обеспечение персонала информацией (регистрации событий, расчёт показателей и др.) для анализа, оптимизации и планирования работы оборудования и его ремонта;

- обеспечение возможности передачи данных учета АСКУЭ ТК в оперативно-диспетчерский отдел ООО «Тольяттикаучук».

## **1.1 Анализ электроснабжения предприятия «Тольяттикаучук»**

Внешнее электроснабжение предприятия ООО «Тольяттикаучук» осуществляется воздушными линиями 110 кВ с подстанции «Васильевская» и «Левобережная» а также кабельными и воздушными линиями 6 кВ и 110 кВ с Тольяттинской ТЭЦ.

На территории предприятия ООО «Тольяттикаучук» находятся 4 ГПП 110/6 кВ и 107 подстанций 6/0,4 кВ. Общая доступная мощность для предприятия составляет 70 МВт.

На главной понизительной подстанции № 1 в открытом распределительном устройстве - 110 кВ смонтированы два трансформатора марки ТРДН-31500/110/6 каждый мощностью 31500 кВ·А и один трансформатор марки ТРДН 32000/110/6/6 мощностью 32000 кВ·А.

Все три трансформатора должны находится постоянно в работе, так как на заводе есть потребители первой категории надёжности.

Граница раздела с энергосистемой находится на соединениях шлейфов с ВЛ-110 кВ «Васильевская – Каучук–4», «Тольяттинская ТЭЦ – Ставрополь–2» и «Левобережная – ЭТЗ» с контактами линейных разъединителей подстанции ГПП-1. На рисунке 1 показана принципиальная схема ГПП -1

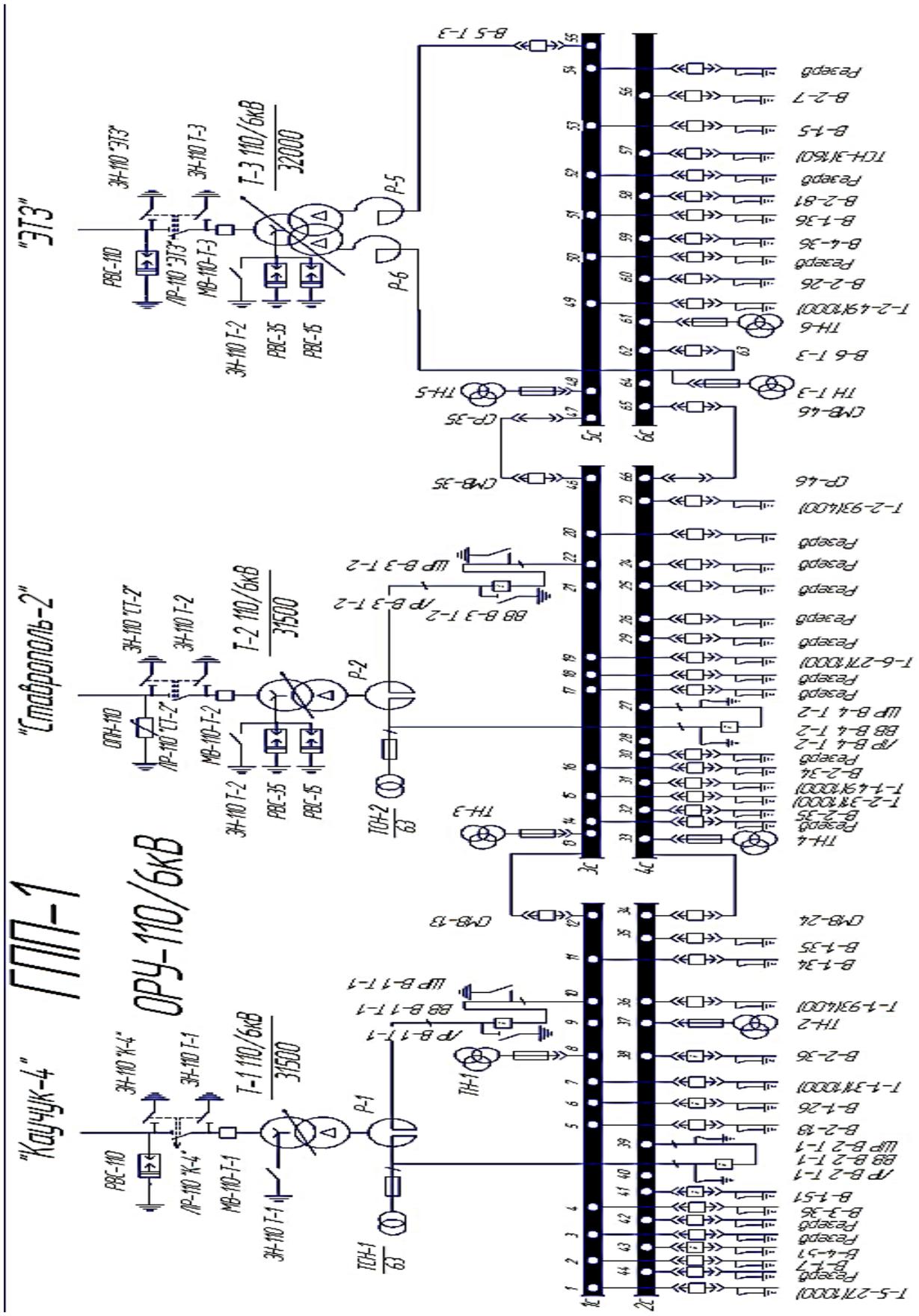


Рисунок 1 - Принципиальная схема ГПП 1

На понизительной подстанции № 2 в открытом распределительном устройстве - 110 кВ установлены два трансформатора: один марки ТРДН-31500/110/6 мощностью 31500 кВ·А и один трансформатор марки ТРДН 32000/110/6 мощностью 32000 кВ·А. Оба трансформатора должны постоянно находиться в работе, так как на заводе есть потребители первой категории надёжности.

Граница раздела с энергосистемой находится на соединениях шлейфов с ВЛ-110 кВ «Васильевская – Каучук–3» и «Тольяттинская ТЭЦ – Каучук–2» с контактами линейных разъединителей подстанции ГПП-2. На рисунке 2 показана принципиальная схема ГПП -2.



На понизительной подстанции № 3 в открытом распределительном устройстве - 110 кВ установлены два трансформатора марки ТРДН-40000/110/6/6 каждый мощностью 40000 кВ·А. Оба трансформатора постоянно находятся в работе, так как на заводе есть потребители 1 категории надёжности.

Граница раздела с энергосистемой находится на соединениях шлейфов с ВЛ-110 кВ «Васильевская – Каучук–3» и «Тольяттинская ТЭЦ – Каучук–1» с контактами линейных разъединителей подстанции ГПП-3. На рисунке 3 показана принципиальная схема ГПП -3



На понизительной подстанции № 4 в открытом распределительном устройстве - 110 кВ установлены два трансформатора марки ТРДН-40000/110/6/6 каждый мощностью 40000 кВ·А. Оба трансформатора постоянно находятся в работе, так как на заводе есть потребители 1 категории надёжности.

Граница раздела с энергосистемой находится на болтовых соединениях шлейфов с ВЛ-110 кВ «Васильевская – Каучук–4» и «Тольяттинская ТЭЦ – Каучук–1» с контактами линейных разъединителей подстанции ГПП-4. На рисунке 4 показана принципиальная схема ГПП -4.



Помимо ВЛ-110 кВ с Тольяттинской ТЭЦ приходят КЛ-6 кВ в качестве питания секций распределительных устройств 6 кВ следующих подстанций:

1. п/ст 46 – СК 1, резервная линия;
2. п/ст 30 – СК 3, резервная линия;
3. п/ст 19 – СК 7;
4. п/ст 51 – СК 18 и СК 19;
5. п/ст 18 – СК 21;
6. п/ст 5 – СК 22;
7. п/ст 9 – СК 28 и СК 29;
8. п/ст 16 – СК 49.

Электроснабжение выполненное внутри предприятия на напряжение обеспечивается напряжением 6 кВ. Закрытое распределительное устройство-6 кВ на главной понизительной подстанции № 1 выполнено на основе КРУ2-10Э-2750А. КРУ собрано из высоковольтных шкафов различных типов:

1. ячейки №№10,11,24,29,35,41,45,56,64,69 выполнены - КВЭ-6-22;
2. ячейки №№9,21,28,40,48,66, - КРД-6401-2750 А;
3. ячейка № 55 (ячейка трансформаторов собственных нужд (ТСН)) - КТМ-6 - 600 А;
4. ячейки №№7,14,15,16,22, (ячейки трансформаторов напряжения) - КНТМИ-6-600 А;
5. ячейки №№20, 34 (ячейки отходящих линий) - КВЭ-6-13-630 А;
6. ячейки №№1,6,17,18, (ячейки отходящих линий) - КВЭ-6-15-1000;
7. ячейки №№3, 4, 5, 12, 27, 33, 31, 37, 43, 51, 54, 57, 59, 60 (ячейки отходящих линий) – КВЭ-6-15-1600 А.

Ячейки с выключателями оборудованы выключателями типа ВМПЭ-10 и ВБ-10. Ячейки трансформаторов напряжения оборудованы НТМИ-6. Трансформатор собственных нужд, установленный в ячейках ТСН, главной понизительной подстанции № 2 выполнено на основе КРУ2-10Э-2750А. КРУ собрано из высоковольтных шкафов различных типов:

1. ячейки №№5, 8, 16, 24, 31, 34 (ячейки вводов от трансформаторов Т1, Т2 и ячейки секционных выключателей) - КВЭ-6-22-2750 А;

2. ячейки №№6, 17, 22, 25, 36, 40 (ячейки разъединителей ввода и секционных разъединителей) - КРД-6401-2750 А;

3. ячейки №№9, 11, 28, 32 (ячейки трансформаторов напряжения) - КНТМИ-6-600 А;

4. ячейки №№3, 4, 6, 10, 14, 26, 32, 38, 39 (ячейки отходящих линий) - КВЭ-6-13-630 А;

5. ячейки №№2, 14, 15, (ячейки отходящих линий) - КВЭ-6-15-1000;

Ячейки с выключателями оборудованы выключателями типа ВМПЭ-10 и ВБ-10. Ячейки трансформаторов напряжения оборудованы НТМИ-6.

главной понизительной подстанции № 3 выполнено на основе комплектного распределительного устройства КРУ2-10Э-2750А. КРУ собрано из высоковольтных шкафов различных типов:

1. ячейки №№7, 20, 23, 26, 30, 37 (ячейки вводов от трансформаторов Т1, Т2 и ячейки секционных выключателей) - КВЭ-6-22-2750 А;

2. ячейки №№24, 25 (ячейки разъединителей ввода и секционных разъединителей) - КРД-6401-2750 А;

3. ячейка № 3, 47 (ячейка трансформаторов собственных нужд (ТСН)) - КТМ-6 - 600 А;

4. ячейки №№17, 22, 33, 34 (ячейки трансформаторов напряжения) - КНТМИ-6-600 А;

5. ячейки №№21, 31, 36 (ячейки отходящих линий) - КВЭ-6-13-630 А;

6. ячейки №№6, 8, 12, 13, 15, 19, 28, 29, 32, 35, 40, 42 (ячейки отходящих линий) - КВЭ-6-15-1000 А;

Ячейки с выключателями оборудованы выключателями типа ВМПЭ-10 и ВБ-10. Ячейки трансформаторов напряжения оборудованы НТМИ-6. Трансформаторы собственных нужд, установленные в ячейках ТСН, мощностью по 63 кВ·А каждый. Закрытое распределительное устройство – 6 кВ главной понизительной подстанции № 4 выполнено на основе комплектного

распределительного устройства КРУ2-10Э-2750А. КРУ собрано из высоковольтных шкафов различных типов:

1. ячейки №№1, 6, 17, 22, 29, 34 (ячейки вводов от трансформаторов Т1, Т2 и ячейки секционных выключателей) - КВЭ-6-22-2750 А;

2. ячейки №№19, 20 (ячейки разъединителей ввода и секционных разъединителей) - КРД-6401-2750 А;

3. ячейка № 18, 21 (ячейка трансформаторов собственных нужд (ТСН)) - КТМ-6 - 600 А;

4. ячейки №№2, 3, 8, 28, 30, 31 (ячейки трансформаторов напряжения) - КНТМИ-6-600 А;

5. ячейки №№ 7, 10, 16, 25, 27, 33, 38 (ячейки отходящих линий) - КВЭ-6-13-630 А;

6. ячейки №№11, 13, 14, 23, 26, 36 (ячейки отходящих линий) - КВЭ-6-15-1000 А;

Ячейки с выключателями оборудованы выключателями типа ВМПЭ-10 и ВБ-10. Ячейки трансформаторов напряжения оборудованы НТМИ-6. Трансформаторы собственных нужд, установленные в ячейках ТСН, мощностью по 160 кВ·А каждый.

Схема электроснабжения внутри завода выполнена по магистрально-радиальной схеме. Данная схема включает в себя подстанции 6 кВ/0,4кВ, в которых происходит питание по кабельным линиям либо от ЗРУ-6 кВ одной из ГПП, либо по магистральной схеме от другой подстанции.

На территории предприятия ООО «Тольяттикаучук» большая часть кабелей проложена в земле, в траншеях и на эстакадах.

Внутрицеховые подстанции собраны на силовых трансформаторах мощностью 250, 320, 400, 560, 630, 1000, 1600, 2500 кВ·А. Основная часть установленных трансформаторов марки ТМЗ.

Всего на заводе 150 трансформатора которые смонтированы в цехах и имеют мощность 142000 кВ·А;

Данные по трансформаторным подстанциям предприятия сведены в таблицы 1 и 2.

Таблица 1 - Перечень низковольтных трансформаторных подстанций

№ п/ст	Класс напряжения	Кол-во секций	Мощность трансформаторов	Питание п/ст
1	2	3	4	5
1	0,4 кВ	3	1000	С п/ст 51
3	0,4 кВ	2	560	С п/ст 3
5	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 5
6	0,4 кВ	2	560/1000	С п/ст 5
7	0,4 кВ	6	1000	С п/ст 7
8	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 16
9	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 9
10	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 11, п/ст 18
11	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 11, п/ст 16
12	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 16
13	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 5
14	0,4 кВ	2	560/400	С п/ст 9
15	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 15
16	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 16
17	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 30
18	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 18
19	0,4 кВ	4	1000	С п/ст 19, п/ст 18
20	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 18
21a	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 81

продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
22	0,4 кВ	4	I-II: 560, III-IV: 1000	С п/ст 2, п/ст 18
23	0,4 кВ	4	1000	С п/ст 16
24	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 30
25	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 18
26	0,4 кВ	4	1000	С п/ст 26
27	0,4 кВ	6	1000	С п/ст 36, ГПП-1
28	0,4 кВ	2	400	С п/ст 46
29	0,4 кВ	4	630	С п/ст 30
30	0,4 кВ	4	I-II: 1000, III с I, IV со II	С п/ст 30
31	0,4 кВ	2	1000	С ГПП-1
32	0,4 кВ	4	1000	С п/ст 34
33	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 30
36	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 36
37	0,4 кВ	4	I-II: 1000, III с I, IV со II	С п/ст 36
38	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 41
39	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 39
40	0,4 кВ	2	630	С ГПП-4
41	0,4 кВ	2	400	С п/ст 41
42	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 81
43	0,4 кВ	2	250	С п/ст 81
44	0,4 кВ	2	400	С п/ст 46

продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
45	0,4 кВ	4	I-II: 2500, III-IV: 1600	С п/ст 53
46	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 46
47	0,4 кВ	6	1000	С п/ст 26
48	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 46
49	0,4 кВ	2	1000	С ГПП-1
50	0,4 кВ	1	1000	С п/ст 51
51	0,4 кВ	4	I-IV: 560, II-III: 1000	С п/ст 51
52	0,4 кВ	2	1000	С ГПП-4
58	0,4 кВ	2	320	С п/ст 3
59	0,4 кВ	2	560	С п/ст 35
61	0,4 кВ	2	630/560	С п/ст 60
63	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 15
65	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 36
69	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 5
76	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 9
81	0,4 кВ	6	1000	С п/ст 81
82	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 39
93	0,4 кВ	2	250	С ГПП-1
ТП 105	0,4 кВ	1	400	С ТП 106
ТП 106	0,4 кВ	1	400	С п/ст2
ТП 109	0,4 кВ	2	1000	С п/ст 34
118	0,4 кВ	2	1600	С п/ст 53
ТП 2	0,4 кВ	1	250	С п/ст6
ТП 3	0,4 кВ	1	250	С п/ст51
ТП 5	0,4 кВ	1	320	С п/ст34

Таблица 2 - Перечень высоковольтных трансформаторных подстанций

№ п/ст	Класс напряжения	Кол-во секций	Питание п/ст
1	2	3	4
2	6 кВ	2	п/ст 18
3	6 кВ	2	ГПП-4
5	6 кВ	3	ГПП-1, ГПП-3, ТоТЭЦ
7	6 кВ	2	ГПП-1
9	6 кВ	4	ГПП-3, ТоТЭЦ
11	6 кВ	3	ГПП-3, п/ст 16
15	6 кВ	2	п/ст 16
16	6 кВ	3	ГПП-3, ТоТЭЦ, п/ст 81
54	6 кВ	3	ГПП-3, п/ст 5
18	6 кВ	3	ГПП-1, ГПП-2, ТоТЭЦ
19	6 кВ	3	ГПП-2, ГПП-3, ТоТЭЦ
41	6 кВ	2	ГПП-4
26	6 кВ	2	ГПП-1
34	6 кВ	2	ГПП-1
35	6 кВ	2	ГПП-1
36	6 кВ	4	ГПП-1
39	6 кВ	2	п/ст 35
30	6 кВ	4	ГПП-2, ГПП-3
44	6 кВ	2	ГПП-3
46	6 кВ	3	ГПП-2, ГПП-3, ТоТЭЦ

продолжение таблицы 2

51	6 кВ	4	ГПП-1, ТоТЭЦ
1	2	3	4
53	6 кВ	2	ГПП-4
60	6 кВ	2	п/ст 35
81	6 кВ	2	п/ст 16, ГПП-1
93	6 кВ	2	ГПП-1
ТП 106	6 кВ	1	п/ст 2

## 1.2 Анализ суточного потребления электроэнергии

Для проведения анализа состояния системы учета электроэнергии также необходимо учесть суточную нагрузку оборудования подстанций и электрических сетей. Для целей анализа используются характерные суточные графики для рабочего, предвыходного и выходного дней.

Конфигурация суточных графиков нагрузки энергосистем зависит от состава и режима работы потребителей электроэнергии. Наиболее равномерные графики нагрузки характерны для энергосистем с энергоемкими непрерывными производствами или для предприятий, работающие в три смены, каким является производственная площадка ООО «Тольяттикаучук».

Суточные графики электрических нагрузок, составляемые потребителями, необходимы:

- для получения информации о нагрузках на электрические сети, трансформаторы и объединенной величины электрической нагрузки предприятие «Тольяттикаучук»;
- для определения колебаний напряжения;
- для определения коэффициента заполнения графика нагрузки.

Графики нагрузки дают возможность правильно произвести оценку режима работы различного электрооборудования и предприятия в целом, обнаружить наиболее проблемные места и резервы, подобрать наиболее оптимальный режим их работы. На рисунке 5 представлены идеализированные графики активной и реактивной энергии трехсменного предприятия.

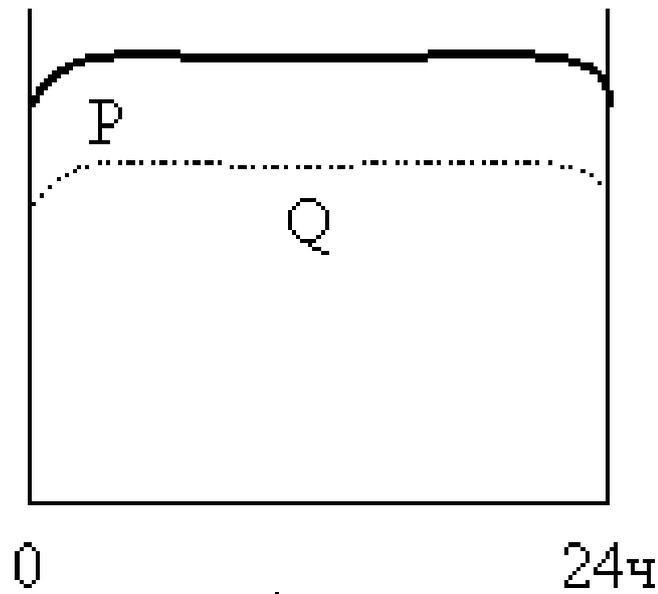


Рисунок 5 - Суточные графики активной и реактивной энергии

Реальные суточные графики летнего и зимнего дня ТПП представлены на рисунках 6-10.

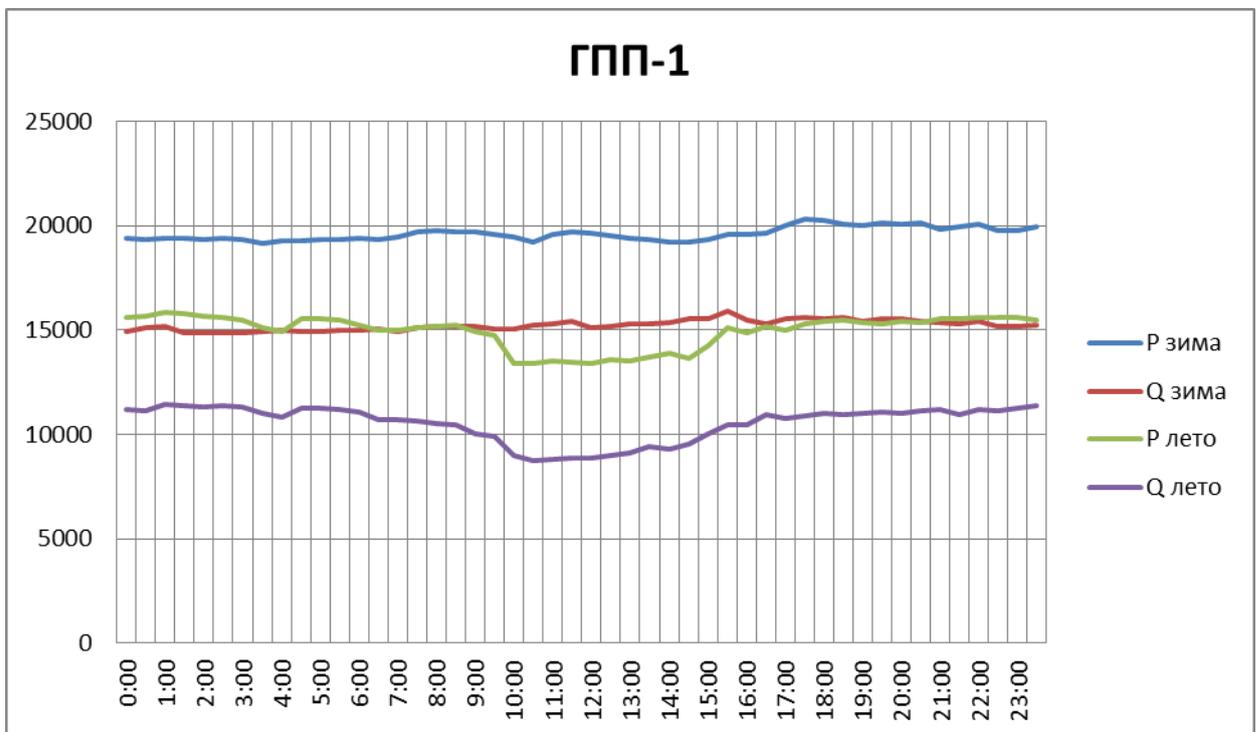


Рисунок 6 - Графики активной и реактивной энергии зимнего и летнего дня ТПП 1

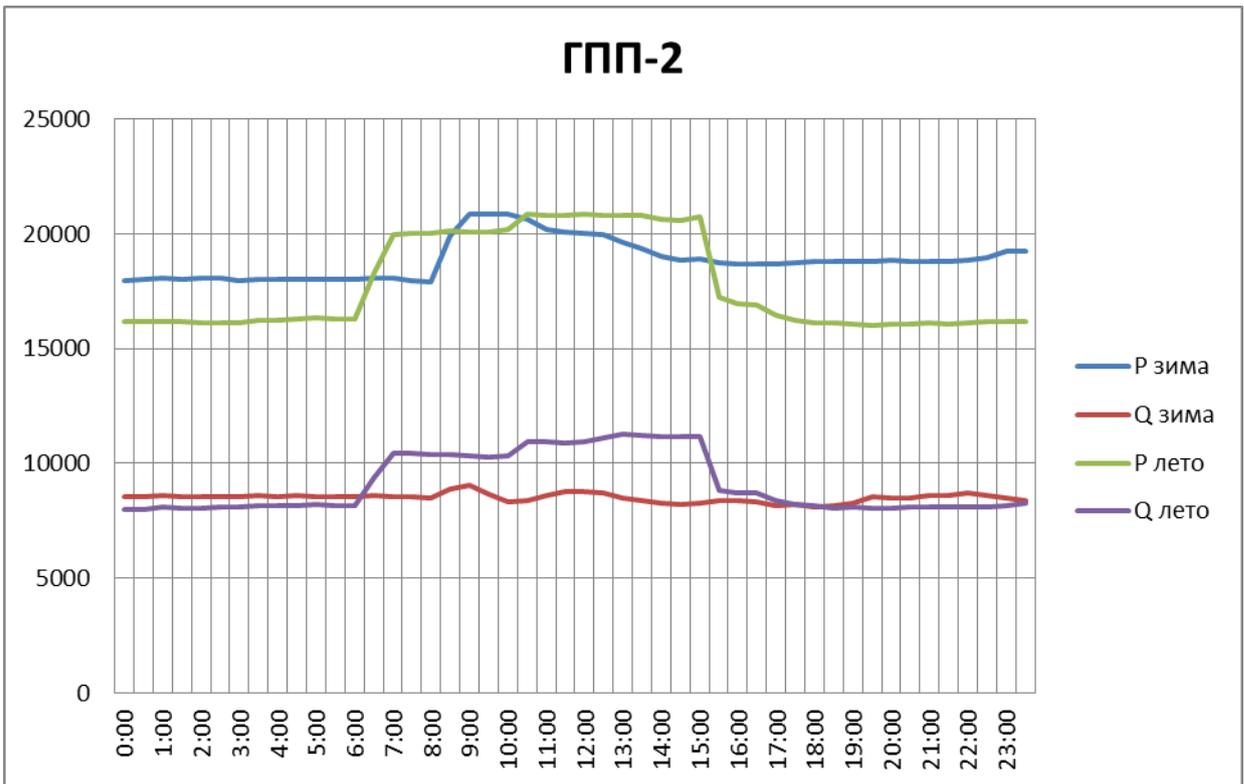


Рисунок 7 - Графики активной и реактивной энергии зимнего и летнего дня ГПП 2

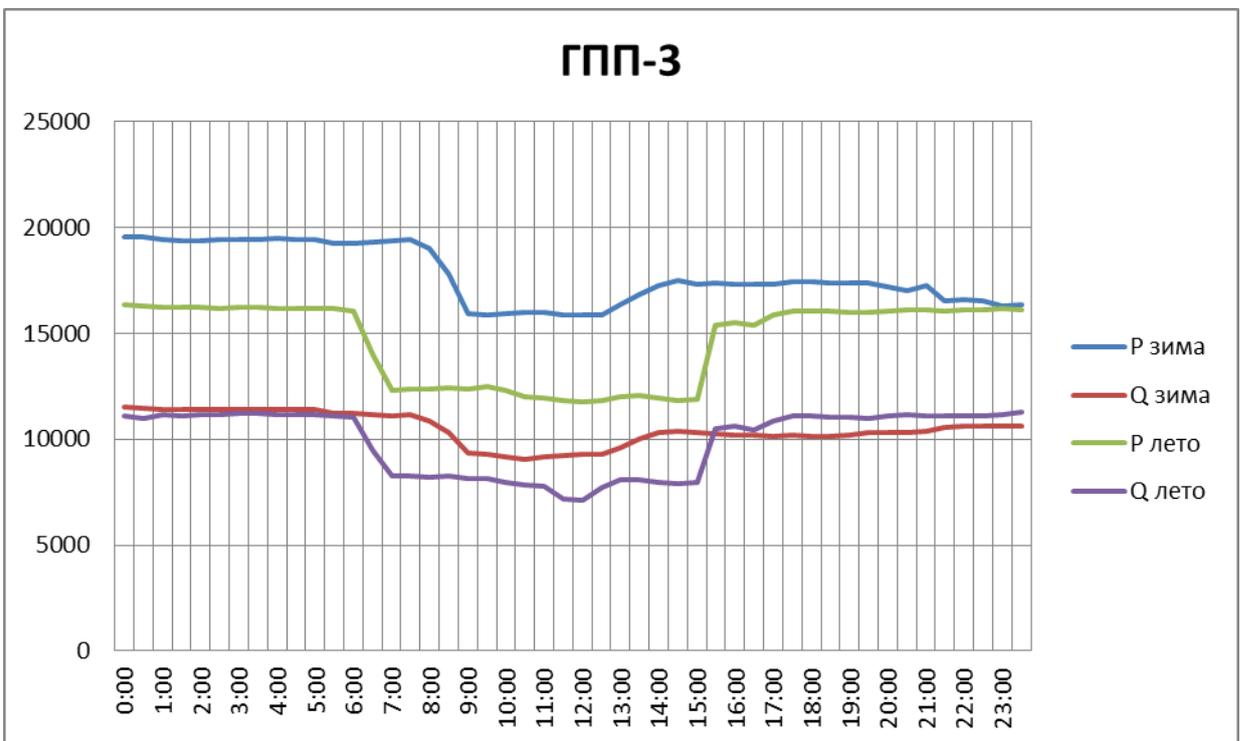


Рисунок 8 - Графики активной и реактивной энергии зимнего и летнего дня ГПП 3

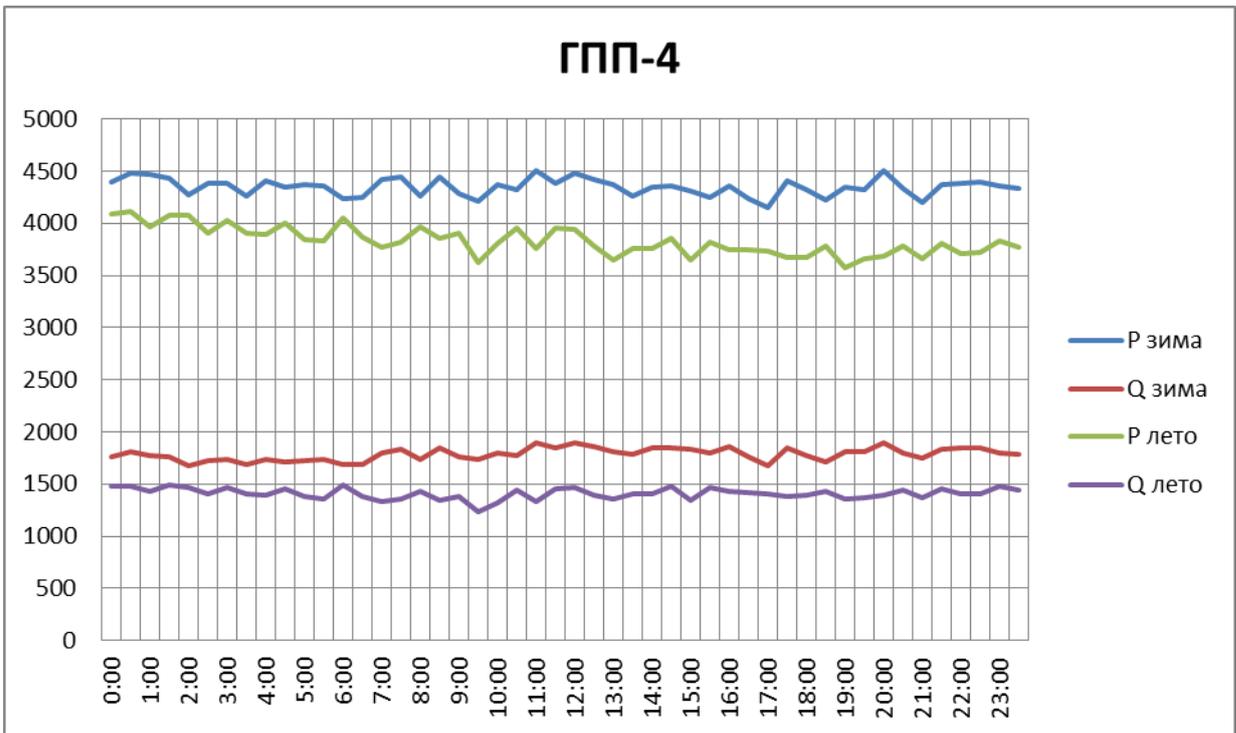


Рисунок 9 - Графики активной и реактивной энергии зимнего и летнего дня ГПП 4

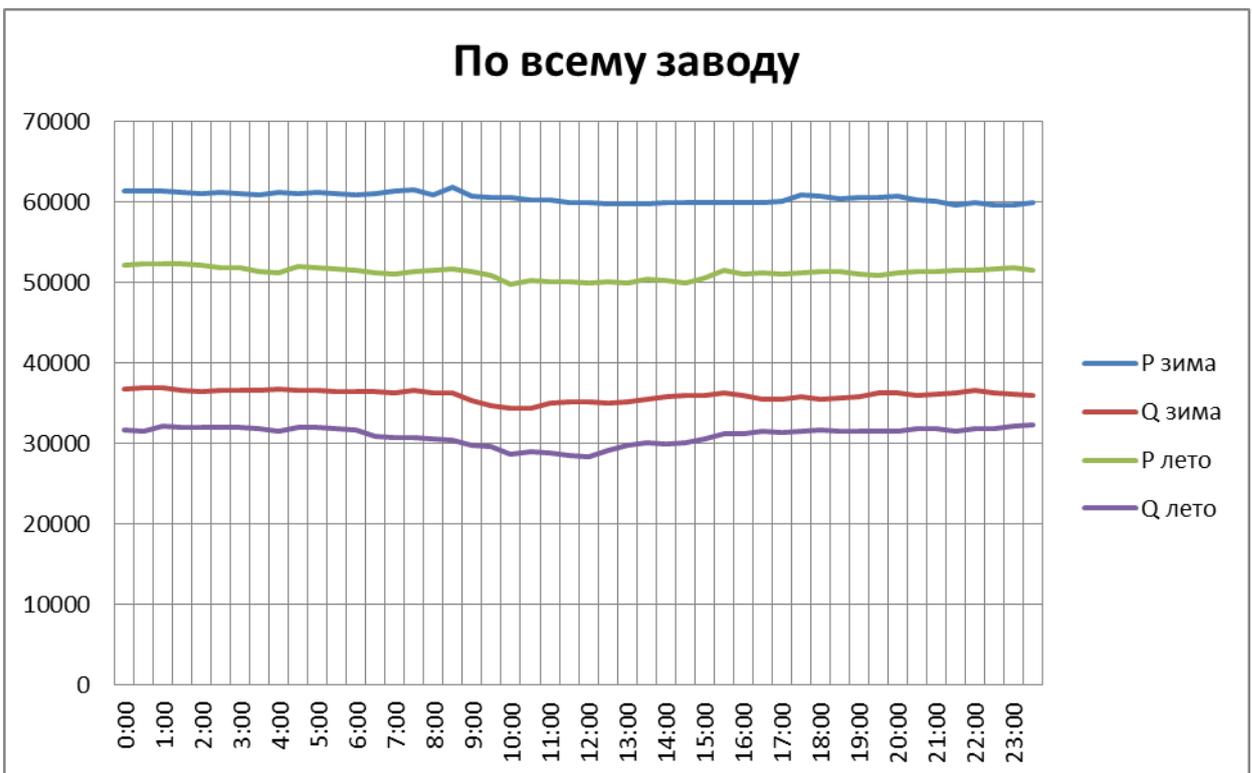


Рисунок 10 - Графики активной и реактивной энергии зимнего и летнего дня по всему заводу

По графикам видно, что наибольшая нагрузка на ГПП-1 составляет приблизительно 20 кВА, а наименьшая на ГПП-4 равная 4,5 кВА, что в 5 раз меньше, это связано с расположением ГПП: ГПП-1 находится непосредственно на территории завода и питает близлежащие цеха, в основном это первый и третий завод, а ГПП-4 находится на территории очистных сооружений. Летом нагрузка меньше, так как световой день и среднесуточная температура значительно больше, чем зимой, поэтому идут меньшие затраты на освещение и дополнительное отопление оборудования на подстанциях.

В таблице 3 представлены годовые значения активной и реактивной мощностей за год по всем ГПП по каждому вводу, а также представлена суммарная мощность. Из этой таблицы видно, что нагрузка на вводах распределена неравномерно.

Таблица 3 - Средняя годовая активная и реактивная мощности.

	№ ввода	Активная энергия, кВт	Реактивная энергия, квар
1	2	3	4
ГПП-1	1	4244,86	3835,973
	2	4731,365	3244,148
	3	1264,79	766,5175
	4	1868,98	1438,21
	5	2954,533	856,085
	6	3783,3	2282,458
Всего по ГПП-1		17988,366	13016,1035
ГПП-2	1	2700,543	914,7
	2	4608,28	2309,9
	3	6284,6	2833,44
	4	2748,48	1947,84
Всего по ГПП-2		15326,053	7515,566

продолжение таблицы 3

1	2	3	4
ГПП-3	1	4281,96	3085,21
	2	4199,325	2417,52
	3	2147,53	1057,88
	4	5188,3	3849,18
Всего по ГПП-3		15837,93	10348,5515
ГПП-4	1	1586,04	1075,21
	2	338,22	207,55
	3	162,58	104,42
	4	2008,54	325,92
Всего по ГПП-4		3878,999	1700,7595

В таблице 4 представлены средние и максимальные активные и реактивные мощности завода по ГПП и подстанциям РУ-6 кВ.

Таблица 4 - Средние и максимальные активные и реактивные мощности.

	Активная энергия, кВт средняя	Активная энергия, кВт max	Реактивная энергия, квар средняя	Реактивная энергия, квар max
1	2	3	4	5
ГПП-1	17988,366	22945,86	13016,1035	15743,31
ГПП-2	15326,053	21892,38	7515,566	10761,96
ГПП-3	15837,93	21161,52	10348,5515	13405,92
ГПП-4	3878,999	4465,2	1700,7595	2058,54

продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
ПС-2 РУ 6кВ	215,407	409,68	218,3925	372
ПС-3 РУ 6кВ	4,604	14,85	9,238	21,06
ПС-5 РУ 6кВ	644,4	2383,476	671,585	2687,928
ПС-7 РУ 6кВ	643,891	1523,392	543,1805	897,056
ПС-9 РУ 6кВ	1830,339	2379,232	1941,0905	2403,112
ПС-16 РУ 6кВ	1013,9915	1257,216	690,413	921,032
ПС-18 РУ 6кВ	1100,561	2171,756	1129,8265	2026,728
ПС-19 РУ 6кВ	1815,595	3070,148	1685,277	3146,728
ПС-26 РУ 6кВ	1377,228	1651,416	1354,884	1606,792
ПС-34 РУ 6кВ	77,2775	586,2	98,4365	774,36
ПС-35 РУ 6кВ	573,196	873,48	719,7595	956,76
ПС-36 РУ 6кВ	96,056	256,32	87,2935	134,8
ПС-39 РУ 6кВ	3,524	18,848	5,6935	45,984
ПС-44 РУ 6кВ	1193,744	1718,64	1359,411	1993,32
ПС-46 РУ 6кВ	2732,932	3583,156	1637,907	2081,372
ПС-51 РУ 6кВ	88,8425	214,072	89,4975	217,376
ПС-81 РУ 6кВ	925,5895	1237,14	1176,183	1520,1

### **1.3 Анализ системы учета установленной на предприятии ООО «Тольяттикаучук»**

В структуре потребления ООО «Тольяттикаучук» свыше 75% составляют потребители по двухставочным тарифам, а также 5 крупных предприятий, на которых нагрузка составляет больше 73 МВт.

Потребление электрической энергии этими предприятиями обуславливает разветвленную электрическую сеть со своими подстанциями различных классов напряжения и со значительным числом распределительных устройств к которым кроме своих потребителей подключены большое количество субабонентов.

Установка системы учета электроэнергии в этих условиях возможна только на подстанциях потребителей. Это позволит оперативному персоналу предприятия использовать систему АСКУЭ как для контроля, так и для регулирования режимов собственного энергопотребления.

Основной продукцией ООО «Тольяттикаучук» являются синтетические каучуки различных видов: сополимерные, изопреновые и бутилкаучук. Также предприятие производит углеводородные фракции, продукты органического и неорганического синтеза, мономеры, полимеры, присадки для автомобильных бензинов (ДВМ и МТБЭ).

Исходной информацией для системы служат данные, получаемые от приборов и вычислителей учёта энергоносителей (газа, азота, сжатого воздуха, пара, рассола, теплофикационной воды (горячая вода), тепловой и электрической энергии), используемых на объектах ООО «Тольяттикаучук». На рисунке - 11 показана схема расположения площадок и позиций учета электроэнергии.



Система учета на предприятии «Тольяттикаучук» создана на основе комплекса технических средств (КТС) «Энергия+» и образует собой двухуровневую систему с центральным управлением и распределением функций для выполнения измерений.

В данной системе смонтированы следующие разделы:

- сбор результатов измерения на автоматическом уровне действующих значений напряжения прямой последовательности по первой гармонике и напряжений междуфазных, провалы в напряжении, частота, средне интервальной мощности активной и реактивной в измерительных точках;
- расчет потерь напряжения на автоматическом уровне, а также приведение результатов измерений в различных точках соответствии с методикой выполнения измерений ПКЭ к точкам контроля ПКЭ (точкам поставки) по алгоритмам расчета

Система АСКУЭ «Энергия+» позволяет осуществлять:

- сбор (1 раз в 3 минуты) привязанных ко времени измеренных данных о приращениях электроэнергии с 3-х минутной дискретностью учета;
- расчет учетных показателей – учет потерь (соотнесение результатов измерений в точках измерений к точкам поставки) по алгоритмам расчета, приведенным в аттестованной МВИ, сведение баланса (1 раз в 3 минуты);
- возможность прогнозирования часового потребления на основе 3-х минутных измерений по группе точек поставки для работы на балансирующем рынке;
- сбор данных о состоянии средств измерения с привязкой к единому времени («журналы событий» счетчиков);
- сохранение результатов измерений (30-минутный интервал) и данных в стандартной базе данных в течение не менее 3,5 лет о состоянии средств измерений;
- мониторинг мгновенных значений параметров электрической сети (фазные напряжения);

- ведение системы единого времени, измерение времени и интервалов времени, коррекция времени на всех уровнях системы;

- перезапуск технических средств системы при обнаружении их «зависания» (сбоев в работе программного обеспечения).

Метрологическое обеспечение системы АСКУЭ выполнено в соответствии с ГОСТ Р 8.596-2002. Также это обеспечение включает в себя, разработку методики выполнения измерений ПКЭ. В этой методике произведен не имеющий аналогов и оригинальный, метод измерения установившегося отклонения напряжения в точках поставки электроэнергии и рассчитаны погрешности этого метода.

КТС «Энергия+» ведет учет:

- электроэнергии;
- воды;
- пара;
- газа;
- тепловой энергии;

Комплекс дает возможность построить автоматизированную систему учета и контроля электроэнергии и энергоносителей (АСКУЭ) на предприятии с развитой структурой энергопотребления.

На рисунке № 12 показана схематичное исполнением системы учета на базе КТС «Энергия+»

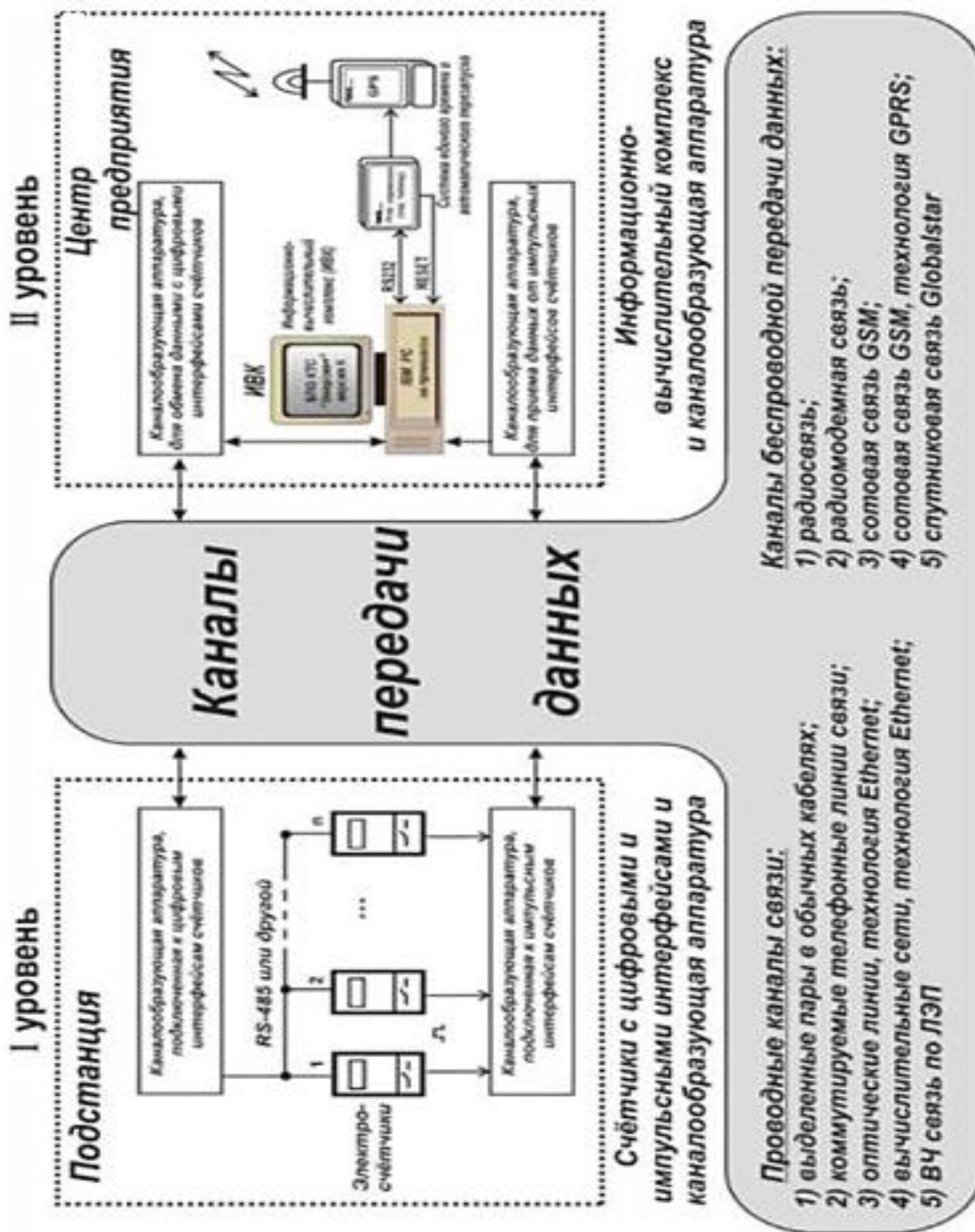


Рисунок 12 - Схематичное исполнение системы АСКУЭ на базе КТС «Энергия+»

## **1.4 Выводы по разделу 1**

Выполнен анализ электроснабжения предприятия, суточное потребление электроэнергии, и анализ установленной системы учета на предприятии ООО «Тольяттикаучук»

Показано, что в настоящее время система учета данных создана на основе комплекса технических средств (КТС) «Энергия+» и образует собой двухуровневую систему с центральным управлением и распределением функций для выполнения измерений.

После проведенного анализа выяснилось, что установленная система КТС «Энергия +» и оборудование для измерения электроэнергии морально устарело и не отвечает требованиям по точности измерения, надежности функционирования, современным требованиям к процессу измерения и учета энергоресурсов.

## **2. Выбор оборудования и интерфейсов для модернизации системы АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук»**

### **Выбор контроллера**

После проведенного анализа выяснилось, что установленная система КТС «Энергия +» и оборудование для измерения электроэнергии морально устарело и не отвечает требованиям по точности измерения, надежности функционирования, современным требованиям к процессу измерения и учета энергоресурсов.

### **Недостатки системы со стороны трансформаторов тока:**

- не соответствие, погрешностей трансформаторов тока по классу точности;
- отсутствие устойчивости к коротким замыканиям (плохая изоляция);
- периодическое обслуживание (замена, устранение неисправностей);

### **Недостатки системы со стороны электрических счетчиков:**

- не соответствие класса точности (завышенный класс точности);
- оборудования морально устарело;
- есть риск самопроизвольного вращения диска счетчика;

### **Недостатки системы со стороны УСД:**

- незащищенность от искажения первоначальной информации, например, вследствие установки закорочки на счетчике.

- при коротком замыкании на линии связи между УСД и счетчиком не может производиться учет электроэнергии по этому каналу, что приводит к сбоям и недостоверности информации, а также вытекающими из этого негативными последствиями.

- при отсутствии питания УСД учет электроэнергии не происходит по всем каналам, что еще более усугубляет положение.

- необходимость проведения метрологической сертификации УСД в части точности подсчета и преобразования импульсов в именованные значения электроэнергии.

- данный тип УСД имеет симплексную связь, тогда как по новым правилам УСД должен иметь полудуплексную связь;

Все эти факторы являются критическими значениями для организации бережливого производства и влияют на энергосбережение в общем. В связи, с чем не обходима глубокая и поэтапная модернизация всего комплекса данной системы.

После сравнения различных видов систем была выбрана система учета на базе «ЭКОМ 3000». Как наиболее оптимальная и стабильная система.

Программно-технический комплекс (ПТК) ЭКОМ исполнен и реализован для создания системы АСКУЭ, помогающих вести учет (в том числе коммерческий), оперативный контроль (управление) различных видов получаемой (отпускаемой) энергии как для территориально распределенных, имеющих десятки и сотни объектов объекта, так и для отдельных субъектов. ПТК ЭКОМ позволяет решить следующие задачи:

- учет потребления (отпуска) электроэнергии, с использованием электросчетчиков с обычным телеметрическим выходом;

- контроль за режимами работ энергетического оборудования, электрических сетей, с применением измеряющих преобразователей напряжения, тока, частоты и т.д. в аналоговый сигнал;

- учет потребления (отпуска) расхода энергоносителей и тепловой энергии (перегретый пар, вода, насыщенный пар, природный газ, кислород, сжатый воздух);

- контроль различных режимов работы промышленного оборудования с использованием датчиков типа «сухой контакт», измерительных преобразователей температуры, давления и т.д.

### **Основные компоненты ПТК ЭКОМ:**

#### **Контроллер ЭКОМ-3000**

ЭКОМ-3000 это проектно-компонуемый, модульный и конфигурируемый, IBM PC. Он совместим с промышленным компьютером, в котором смонтированы модули ввода дискретных и числоимпульсных

сигналов, ввода аналоговых сигналов, эти коммуникационные модули могут применяться в любых технически целесообразных комбинациях.

ЭКОМ-3000 производит в сбор, архивирование, обработку и отображение реальном времени информации, а также осуществляет передачу измерительной данных на компьютер для диспетчеров.

ЭКОМ-3000 как контролер производит:

- расчет количества тепловой энергии, получаемой (отдаваемой) с паром или горячей водой;

- расчет расхода энергоносителей с помощью различных типов датчиков (счетчиков количества энергоносителя) со стандартными потенциальными, числоимпульсными, токовыми, частотными сигналами;

- может настраиваться на конкретный технологический объект;

- производить выработку текущего астрономического времени (секунды, минуты, часы) и календаря (число, месяц, год) с погрешностью не более 5с в сутки;

- имеет несколько типов архивов, каждый из которых подстраивается на определенный интервал архивирования от 1 мин до 1 суток, с дробностью от 1 мин . Общая глубина архивов не менее 1700 значений на каждый канал;

- бесперебойную работу внутренних часов при исчезновении питания на время до 70 суток;

- сохранность памяти программ и данных при отключении питания на время до 10 лет;

- содержит встроенный сторожевой таймер, перезапускающий рабочую программу в случае зависания;

- связь с внешними устройствами через такие интерфейсы как телефонный модем, RS-485, выделенный модем RS-232.

### **Программное обеспечение ПТК ЭКОМ**

Поставляемое в комплекте с контроллером ЭКОМ-3000 сервисное программное обеспечение:

- программа обеспечение КОНФИГУРАТОР-3000, устанавливаемая на ноутбук или стационарный компьютер обеспечивающая настройку ЭКОМ-3000 на конкретный технологический объект;

- программа ТЕСТ-3000, обеспечивающая просмотр текущих и архивных значений журнала событий ЭКОМ-3000.

Программное обеспечение сервера опроса, монтируется на каждый компьютер, к которому есть подключение ЭКОМ-3000, предназначенное для сбора информации с ЭКОМ-3000 и передачи ее на SQL-сервер – сервер ввода-вывода.

Пользовательское программное обеспечение, устанавливаемое на АРМ (Автоматизированные Рабочие Места).

Разработано на основе Control Age Standart Edition–SCADA-пакет, встроенный на MSSQL Server7.0/2000:

- вывод на печать показателей выработки, возможность просмотра потребления электроэнергии в режиме онлайн;

- вывод на печать показателей выработки, потребления тепловой энергии, воды, пара, газа и других параметров (давление, температура и т.д.).

У программного обеспечения есть средства для формирования отчетных форм и вывода их на печать (используются приложения, входящие в состав Microsoft Office).

### **Краткое описание функционирования АСКУЭ на базе «ЭКОМ – 3000»**

Система учета на базе ЭКОМ 300 основана на различных преобразователях, счетчиках и датчиках. Контроллер периодически опрашивает нижний уровень, сопоставляет приходящую информацию на достоверность и качество, производит контроль исправности каналов связи с датчиками и преобразует приходящие сигналы в физические величины (мгновенные показатели энергопотребления, параметры состояния объекта), организуя архив и заданные предельные значения параметров.

Контроллер ЭКОМ-3000 по запросу серверов опроса передает информацию о величинах энергетических потребителей и состояния объекта в запрашиваемом виде. Функции управления реализуются в контроллере в виде автоматического (автоматизированного по команде диспетчера) управления объектами (насосами, выключателями, регуляторами и др.), а также аварийного управления сервера опроса, передает полученную информацию в SQL-сервер. Кроме того, он ведет диагностику системы (сбои по линии связи, время включения/выключения и т.д.). SQL-сервер обеспечивает надежное хранение данных получаемых из сервера опроса, и ответ на запросы от различных клиентов (АРМов).

Задача клиентского приложения (АРМа) – это визуализация и предоставление данных, в том числе и вывод на печать и т.д.

В основные достоинства комплекса можно выделить:

- программную и аппаратную возможность свободного ввода данных ПТК в состав общих ЛВС предприятия;
- соответствие алгоритмов и архитектуры функционирования системы современным требованиям к энергоучету и энергосбережению, а также к контролю и управлению технологическим оборудованием;
- обеспечение системой технологий энергосбережения;
- высокое качество аппаратуры и программных средств системы и соответствие их самому современному мировому уровню технологии;
- высокую надежность аппаратуры и программных средств системы, обеспечивающих бесперебойное многолетнее функционирование ПТК в промышленных условиях эксплуатации;
- возможности модернизации и наращивания системы без внесения радикальных изменений в управляющие программы;
- высокую точность функционирования системы и длительный межповерочный срок эксплуатации, сокращающий текущие расходы;
- возможность адаптации системы к любым объектам и схемам энергоснабжения, а также к любым условиям эксплуатации;

- относительно низкую стоимость системы – оптимальное соотношение стоимость/эффективность;

- сокращенные сроки реализации системы и пуска в промышленную эксплуатацию.

Все это в сочетании с концепцией технологии энергосбережения дает возможность практического внедрения энергосберегающих проектов на предприятиях, в коммунальном и городском хозяйстве.

В таблице 5 приведены технические характеристики контролера «ЭКОМ 3000» .

Таблица 5 - Технические характеристики контролера «ЭКОМ 3000»

Наименование характеристик	Технические данные
1	2
Количество каналов учета в УСПД	до 3000 (зависит от комплектации)
Максимальное количество УСПД в ПТК ЭКОМ на один комплект ПО «Сервер опроса»	255
Вид сигналов первичных датчиков	числоимпульсные – частотные – аналоговые – кодовые
ЭКОМ-3000 Т (фиксированная):	

продолжение таблицы 5

1	2
Количество портов RS-232	5 (макс.)
Количество портов RS-485	16 (макс.)
Количество портов Ethernet	1 (2)
Модуль GPS	да
Лицензия на опрос 100 счетчиков	
Разрядность АЦП	24
Емкость энергонезависимых архивов	480 Мб
Сохранение информации при отключении питания	10 лет
Предел абсолютной погрешности отсчета текущего астрономического времени за 1 сутки (без GPS)	3 сек
Предел относительной погрешности преобразования число импульсных сигналов при частотах от 0,01 Гц и выше (погрешность передачи данных)	0,05 %
Предел погрешности измерения аналоговых сигналов	0,1 %
Межповерочный интервал	4 года
Срок службы	20 лет

## 2.1 Выбор трансформаторов тока

Трансформаторы тока и напряжения предназначены для безопасного высокоточного измерения различных напряжений и токов стандартными приборами с обычными пределами измерений.

К измерительным трансформаторам предъявляются очень высокие требования по точности. Трансформаторы должны соответствовать установленным ГОСТам 7746-2001, и ГОСТ 1983-2001 и класс точности должен быть не хуже 0,2 S и 0,5 S.

### **Требования, предъявляемые к трансформаторам тока и напряжения:**

- метрологические характеристики и технические параметры трансформаторов тока и напряжения обязаны отвечать требованиям ГОСТ 7746-2001 и ГОСТ 1983-2001, соответственно;
- в электрических сетях с заземленной нейтралью измерительные трансформаторы тока необходимо устанавливать в трех фазах, к которым следует подключать трехфазные счетчики;
- запрещается применение промежуточных трансформаторов тока; во всех эксплуатационных режимах необходимо не допускать перегрузку измерительных трансформаторов;
- измерительные трансформаторы должны соответствовать требованиям «Правил устройства электроустановок» по классу напряжения, электродинамической и термической стойкости, климатическому исполнению.
- в проектировании следует руководствоваться требованиями ПУЭ (глава 3.4) и «Правил промышленной безопасности» (ППБ) при выборе типа и сечения применяемых кабелей и проводов;
- потери напряжения в цепи «трансформатор напряжения – электросчетчик» не должны превышать 0,25% номинального вторичного напряжения трансформатора напряжения;
- подключение токовых обмоток электросчетчиков к вторичным измерительным обмоткам трансформаторов тока выполнять отдельно от цепей

релейной защиты и автоматики, при включении измерительных приборов должна быть обеспечена симметричная нагрузка;

- если необходима прокладка вторичных цепей от электросчетчика до трансформатора напряжения, то эти вторичные цепи должны быть проложены отдельным кабелем, защищенным от короткого замыкания, при этом подсоединение кабеля к электросчетчику должно быть проведено через испытательную коробку (специализированный клеммник), расположенную около счетчика;

- в измерительных цепях ИИК позиций измерений должна предусматриваться возможность замены электросчетчика и подключения образцового счетчика без отключения присоединения (установка испытательных коробок, блоков и т.п.);

После анализа рынка приборостроения были выбраны следующие трансформаторы:

- трансформаторы тока ТОП – 0,66 с классом точности для 0,4 кВ 0,2 S.
- трансформаторы тока ТОЛ -10-6 - с классом точности для 6 кВ 0,2 S

## 2.2 Выбор приборов учета для организации АСКУЭ «Тольяттикаучук»

Счетчики электрической энергии должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52323-2005 и ПУЭ. Приборы учета должны иметь возможность проводить автоматический учет активной и реактивной электроэнергии (интегрированной активной и реактивной мощности) с периодичностью 30 минут.

Счетчики должны выполнять следующие функции:

- измерение электроэнергии с нарастающим итогом и вычисление электроэнергии за интервалы времени;
- измерение мгновенной мощности;
- измерение времени и интервалов времени;
- ведение встроенного календаря и часов;
- возможность измерения активной и реактивной мощностей в двух направлениях;
- автоматическое хранение в энергонезависимой памяти профиля нагрузки с получасовым интервалом глубиной – не менее 35 суток;
- точность хода энергонезависимых часов – не хуже  $\pm 5$  секунд в сутки с внешней автоматической коррекцией (синхронизацией), работающей в составе СОЕВ;
- ведение журналов событий (результаты самодиагностики, фиксация перерывов питания, попыток несанкционированного доступа, факты параметрирования, факты превышения установленных пределов и т.п.);
- предоставление измеренных данных и журналов событий счетчика;
- обеспечивать защиту от несанкционированного изменения параметров, измеренных данных и журналов событий, а также от записи, при этом защита должна быть обеспечена на программном (логическом) уровне (установка);

- защиту от несанкционированного предоставления информации;
- сохранение информации в журнале событий при отсутствии питания;
- автоматическую самодиагностику при включении питания;
- резервирование питания;
- резервирование интерфейсов для последовательной передачи данных;
- наработку на отказ – не менее 35000 часов;
- время восстановления – не более 7 суток;
- межповерочный интервал – не менее 8 лет;
- визуальный контроль информации на счетчике;
- устойчивость к внешним и внутренним помехам в соответствии с ГОСТ Р 51321.1-2000 (МЭК 60439-1-92);
- передачу информации по стандартным международным протоколам передачи данных - Modbus;
- обеспечение подключения к счетчику инженерной станции через оптический сервисный порт, в том числе для целей автономного считывания, удаленного доступа и параметрирования;
- класс точности учета активной энергии должен быть не хуже 1,0, реактивной энергии – не хуже 2,0
- должны быть предприняты все возможные меры по защите вторичных измерительных цепей от несанкционированного доступа;
- должна быть обеспечена возможность пломбирования контактных соединений токовых цепей. Диагностика неисправности счетчика заключается в определении по ЖКИ его функционального состояния. Режим самодиагностики счетчик выполняет автоматически:
  - при первоначальном включении;
  - после перерыва в питании;
  - в 00:00 часов;
  - сразу после сеанса связи.

Признаком появления сбоев в работе счетчика является отсутствие автоматической прокрутки информации на ЖКИ и появление кода ошибок (Er).

При возникновении данной ситуации дежурный персонал подстанции должен об этом поставить в известность непосредственного руководителя, ответственного за эксплуатацию АИИС. Руководствуясь «Описанием кодов ошибок и рекомендациями по их устранению» (п. 3.2.2 страницы 39,40), вывести счетчик в нормальный режим. Если устранить неисправность не удастся, необходимо заменить неисправный счетчик на запасной из ЗИПа. При отсутствии запасного счетчика следует отключить неисправный счетчик, замкнув вторичные цепи трансформаторов тока. Передать вышедший из строя счетчик ремонтному персоналу. Обо всех действиях дежурный персонал делает запись в оперативном журнале.

Общее число точек учета электроэнергии 438, из них дополнительно устанавливаются 149 счетчика, для подключения которых предусматривается установка измерительных трансформаторов тока.

Подключение счетчиков к контроллерам среднего уровня будет осуществляться по интерфейсу RS-485. Максимальное количество счетчиков, подключенных к одному контроллеру 50. Контроллер ЭКОМ-3000 может иметь до 8 портов RS- 485, к каждому из которых может подключаться 5-7 счетчиков, связанных последовательно.

Предприятием ООО «Тольяттикаучук» был остановлен выбор на счетчике электрической энергии СЭТ 4 М.

Счетчик СЭТ-4ТМ предназначен для измерения и учета реактивной и активной электрической энергии, ведения массивов профиля мощности нагрузки с программируемым временем интегрирования (в том числе и с учетом потерь), фиксации максимумов мощности, измерения параметров трехфазной сети и параметров качества электроэнергии.

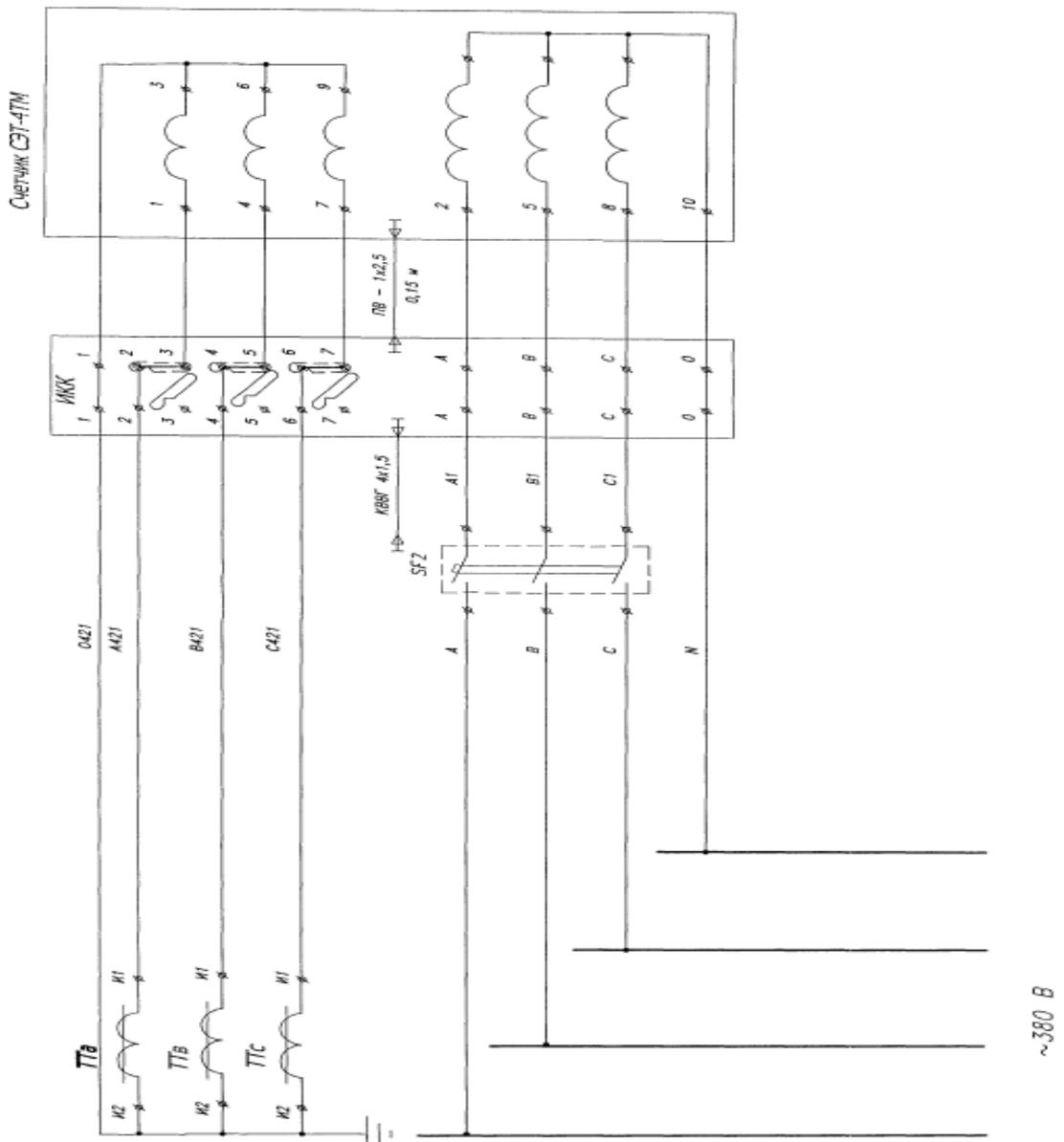


Рисунок 15 - Схема подключения счетчика СЭТ - 4 ТМ через трансформаторы тока



Рисунок 16 - Счетчик СЭТ 4 ТМ общий вид

Данный счетчик применяется как средство технического или коммерческого учета электроэнергии на промышленных предприятиях, осуществлять учет поток мощности в энергосистемах и межсистемных перетоков.

Счетчик СЭТ 4 ТМ соответствует ГОСТ Р 52320-2005, ГОСТ Р 52323-2005, ГОСТ Р 52425-2005, ИЛГШ.411152.145ТУ. Имеет Сертификат соответствия № РОСС RU.АЯ74.В15063 и Сертификат об утверждении типа средств измерений RU.C.34.011.A № 47204. Ниже в таблице - 6 приведены технические характеристики.

Таблица 6 - Технические характеристики прибора учета СЭТ 4 М

Наименование величины	Значение
1	2
Номинальное (максимальное) значение тока, А	1 - 2 или 5(10)
Чувствительность тока, мА	0,001 I ном
Значение напряжения, В	3x(57,7-115)/(100-200) или 3x(120-230)/(208-400)
Рабочий диапазон измеряемых напряжений, В	от 0,8Uном до 1,15Uном
Номинальное значение напряжения резервного питания, В	230 (постоянного или переменного тока)
Рабочий диапазон напряжений резервного питания, В	от 100 до 265 (постоянного или переменного тока)
Номинальная частота сети, Гц	50
Рабочий диапазон частот сети, Гц	от 47,5 до 52,5
Класс точности при измерении в прямом и обратном направлении:	
активной электроэнергии	0,2 S или 0,5 S
реактивной электроэнергии	0,5 или 1,0

продолжение таблицы 6

1	2
Точность хода встроенных часов в нормальных условиях во включенном и выключенном состоянии, лучше, с/сутки	$\pm 0,5$
Активная (полная) мощность, потребляемая каждой параллельной цепью напряжения, не более, Вт (ВА)	
U <sub>ном</sub> = 3х(57,7-115)/(100-200)В	1,0 (1,5)
U <sub>ном</sub> = 3х(120-230)/(208-400)В	1,5 (2,5)
Полная мощность, потребляемая каждой последовательной цепью, не более, В·А	0,1
Ток потребления от резервного источника питания в диапазоне напряжений от 100 до 265 В, мА: от источника постоянного тока от источника переменного тока	30-15 45-28
Число индицируемых разрядов жидкокристаллического индикатора	8
Скорость обмена информацией, бит/с:	
по оптическому порту	9600
по интерфейсам RS-485	38400, 19200, 9600, 4800, 2400, 1200, 600
Диапазон значений постоянной электросчетчика СЭТ-4ТМ имп/(кВт·ч), имп/(квар·ч)	от 1250 до 800000
Сохранность данных при прерываниях питания, лет:	
информации	более 40

продолжение таблицы 6

1	2
внутренних часов	не менее 10 (питание от литиевой батареи)
Защита информации	два уровня доступа и аппаратная защита памяти метрологических коэффициентов
Самодиагностика	циклическая, непрерывная
Рабочие условия эксплуатации:	
температура окружающего воздуха, °С	от -40 до +60
относительная влажность, %	90 % при 30 °С
давление, кПа (мм. рт. ст.)	от 70 до 106,7 (от 537 до 800)
Межповерочный интервал, лет	12
Гарантийный срок эксплуатации, месяцев	36
Средняя наработка счетчика электроэнергии СЭТ-4ТМ на отказ, час	140000
Средний срок службы, лет	30
Масса счетчика электроэнергии СЭТ-4ТМ, кг	1,6
Габаритные размеры электросчетчика СЭТ-4ТМ, мм	330x170x80,2
именование величины	Значение
Номинальное (максимальное) значение тока, А	1(2) или 5(10)
Ток чувствительности, мА	0,001 <sub>ном</sub>
Номинальное значение измеряемого напряжения, В	3x(57,7-115)/(100-200) или 3x(120-230)/(208-400)

продолжение таблицы 6

Рабочий диапазон измеряемых напряжений, В	от $0,8U_{ном}$ до $1,15U_{ном}$
Номинальное значение напряжения резервного питания, В	230 (постоянного или переменного тока)
Рабочий диапазон напряжений резервного питания, В	от 100 до 265 (постоянного или переменного тока)
Номинальная частота сети, Гц	50
Рабочий диапазон частот сети, Гц	от 47,5 до 52,5
Класс точности при измерении в прямом и обратном направлении:	
активной электроэнергии	0,2 S или 0,5 S
реактивной электроэнергии	0,5 или 1,0

### 2.3 Выводы по разделу 2

Выполнен выбор оборудования и интерфейсов для модернизации системы АСКУЭ «Тольяттикаучук»:

- система учета на базе программно – технического комплекса «ЭКОМ – 3000»;
- трансформаторы тока, как по высокой стороне, так и по низкой с классом точности не хуже 0,2 S;
- приборы учета данных на базе счетчика СЭТ 4 ТМ;

### **3. Модернизация структуры АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук»**

Система АСКУЭ должна создаваться как иерархическая трех-уровневая система учета, объединяющая по функционалу совокупность измерительно-информационных комплексов учета (ИИК), информационно-вычислительных комплексов энергоустановок (ИВКЭ), информационно-вычислительного комплекса (ИВК) и системы обеспечения единого времени (СОЕВ), выполняющая функции проведения измерений, сбора, обработки и хранения результатов измерений. Структурная схема АСКУЭ ТК приведена на рисунке 16, 17.



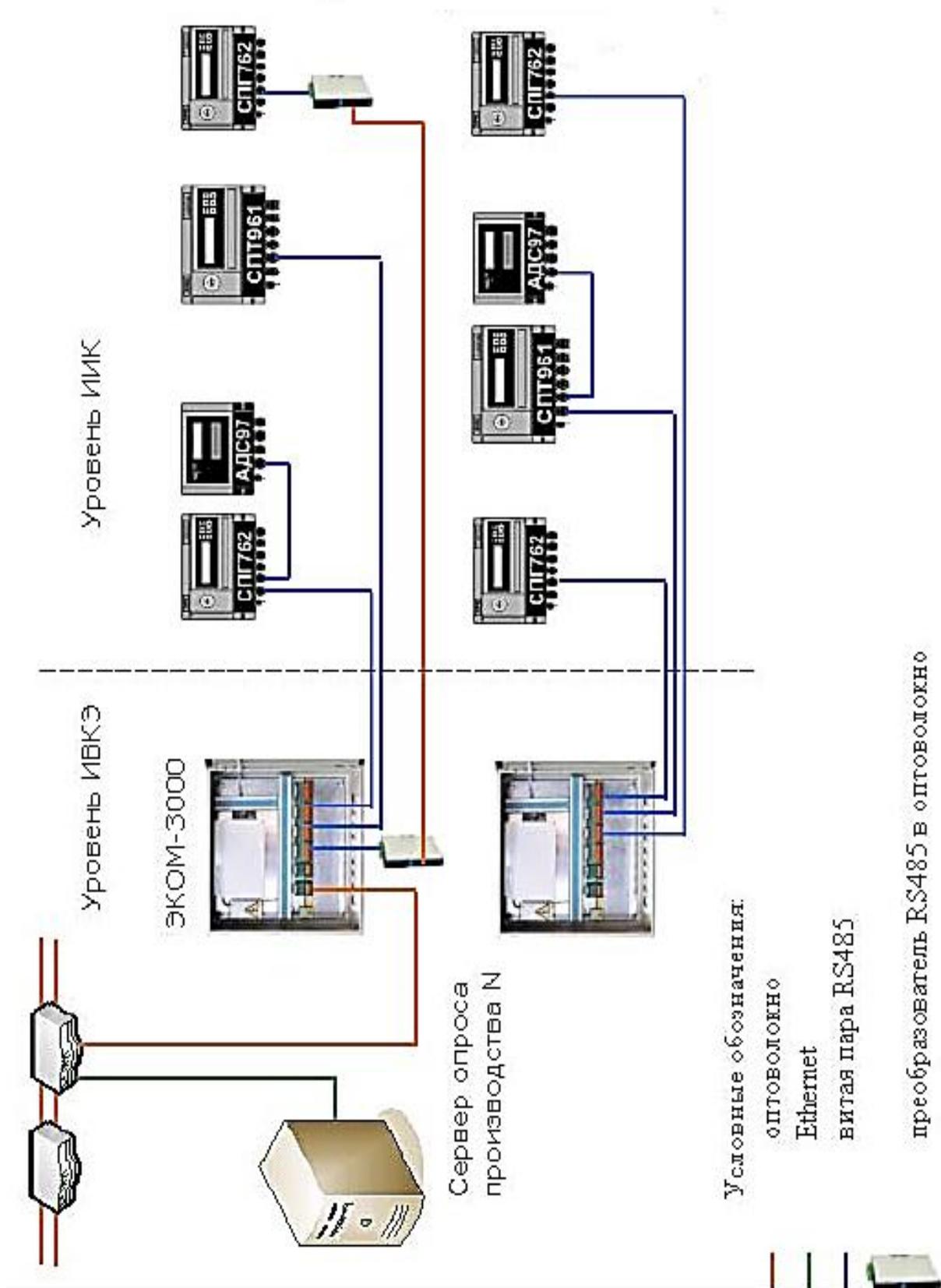


Рисунок 17 - Структурная схема АСКУЭ «Тольяттикаучук»

**Нижний уровень** включает в себя измерительно-информационный комплекс (ИИК) и выполняет функцию автоматического проведения измерений в точке контроля и учета. В его состав входят средства измерения основных технологических параметров (давление, температура, расход) в точках контроля и учета энергоресурсов в совокупности со средствами предварительной обработки полученных данных:

- счетчики электрической энергии;
- измерительные трансформаторы напряжения и тока;
- вторичные измерительные цепи;

Подключение счетчиков к контроллерам среднего уровня будет осуществляться по интерфейсу RS-485. Максимальное количество счетчиков, подключенных к одному контроллеру 50. Контроллер ЭКОМ-3000 может иметь до 8 портов RS - 485, к каждому из которых может подключаться 5-7 счетчиков, связанных последовательно.

В результате функционирования, в ИИК происходит накопление измеренных данных, с указанием времени проведения измерения, и записей журнала событий (диагностических данных), с указанием времени возникновения события.

Формирование архива результата измерений ИИК включает в себя:

- формирование профиля нагрузки;
- хранение профиля нагрузки в памяти счетчика 35 суток;

Формирование архива данных о состоянии средств измерений включает в себя:

- фиксацию событий с привязкой ко времени;
- формирование и хранение в памяти счетчика соответствующей записи;

Передача измеренных данных и записей журнала событий в ИВКЭ осуществляется по запросу из ИВКЭ. Надежность ИИК определяется как совокупность надежности измерительных трансформаторов и счетчиков электроэнергии. В качестве показателей надежности измерительных

трансформаторов тока и напряжения в соответствии с ГОСТ 1983-2001 и ГОСТ 7746-2001 выбираются средний срок службы и средняя наработка до отказа):

- средняя наработка на отказ ТТ и ТН – не менее 440000 часов;
- средний срок службы ТТ и ТН – не менее 25 лет;
- средняя наработка на отказ счетчика электрической энергии – не менее 35000 часов;
- среднее время восстановления счетчика электрической энергии – не более 7 суток (168 часов).

**Средний уровень** объединяет в себе информационно-вычислительный комплекс энергоустановки (ИВКЭ) и выполняет функцию консолидации информации по данной электроустановке либо группе электроустановок и ее передачу на уровень ИВК.

ИВКЭ должен обеспечивать:

- интерфейс доступа к информации по учету энергоресурсов ИИК;
- сбор информации по учету энергоресурсов от ИИК;
- сбор и обработку информации о состоянии средств измерений;
- передачу полученной информации от ИИК на уровень ИВК;
- автоматическую синхронизацию времени элементов АСКУЭР.

В состав комплекса технических средств ИВКЭ входят:

- УСПД «ЭКОМ-3000М» шкафного исполнения;
- устройство синхронизации времени, встроенное в корпус УСПД;
- средства передачи информации в ИВК – модем ZyXel- 336U с блоком питания;
- средства защиты линии связи – модуль грозозащиты МГЗ;
- средства передачи информации от счётчиков в УСПД;
- преобразователи интерфейса ADAM 4520 RS4852 в RS232 с блоком питания;
- модем ZyXel- 336U с блоком питания, модуль грозозащиты (для объекта ТП-51);

- GSM-модем Siemens TC35i с блоком питания и выносным антенным модулем ( для объекта ТП-59);
- средства приёма информации со счётчиков в УСПД;
- модем ZyXel- 336U с блоком питания, модуль грозозащиты;
- GSM-модем Siemens TC35i с блоком питания и выносным антенным модулем.

По результатам обследования и анализа данных по расположению позиций учета энергоресурсов планируемое количество 28 энергоконтроллеров ЭКОМ-3000 составляет:

- по технологическим энергоресурсам – не менее 12 штук;
- по электрической энергии – не менее 10 штук.

В комплекс ИВКЭ входят аппаратные средства каждого энергообъекта предприятия:

- ИВКЭ 1 – Тольяттинской ТЭЦ;
- ИВКЭ 2 – ГПП 1;
- ИВКЭ 3 – ГПП 2;
- ИВКЭ 4 – ГПП 3;
- ИВКЭ-5 – ГПП 4;
- ИВКЭ 6 – Водозабор1, водозабор2;
- ИВКЭ 7 – ТП-51, ТП-59.

Все данные с контроллеров поступают на сервера опроса производств, сгруппированных попарно. На каждом производстве расположены АРМы для отображения учетной информации, контроля технологических параметров и печати отчетных форм. На каждый АРМ выводится информация, относящаяся только к производству, где располагается АРМ.

**Верхний уровень** включает в себя информационно-вычислительный - комплекс (ИВК). В ИВК производится сбор измерительной и диагностической информации с ИВКЭ. После поступления измерительной информации проводится контроль ее достоверности. При контроле достоверности выполняется анализ полноты данных и принимается решение о достоверности

или не достоверности измерения. Отсутствующая или недостоверная информация при необходимости заменяется расчетной. Расчет потерь электроэнергии от точки измерений до точки учета ведется ежедневно.

ИВК выполняет следующие функции:

- автоматический сбор и хранение информации с уровней ИИК и ИВКЭ;
- консолидация данных;
- ведения базы данных;
- распределение собранной информации по потребителям (АРМы различных служб);
- предоставления требуемой информации персоналу в оперативном режиме;
- контроль достоверности результатов измерений (контроль достоверности диапазона измеряемых параметров);
- автоматическую синхронизацию времени элементов АСКУЭ.

В состав ИВК входит:

- технические средства приема/передачи данных (каналообразующая аппаратура);
- высокопроизводительный сервер;
- технические средства для организации локальной вычислительной сети и разграничения прав доступа к информации;
- технические средства обеспечения безопасности локальных вычислительных сетей;
- технические средства защиты (модули грозозащиты, для не оптических каналов связи);
- автоматизированные рабочие места персонала (АРМы).

В состав комплекта технических средств ИВК входит следующее оборудование:

- сервер баз данных (сервер ИВК);
- источник бесперебойного питания APC Smart-UPS 1500VA USB & Serial RMI 2U;

- средство фильтрации доступа – маршрутизатор Cisco 1841;
- средство подключения к локальной сети предприятия – коммутатор 3Com Baseline 2016;
- коммуникационные устройства приёма и передачи информации – модемы ZyXel U-336E, USR Courier и Siemens TC35i;
- средства защиты линий связи – модули грозозащиты. АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук» осуществляет взаимодействие со следующими потребителями информации:
  - ИВК ОАО «АК «Сибур»;
  - Центр сбора и обработки информации (ЦСОИ) ОАО «АК «Сибур»;
  - Самарское РДУ филиала ОАО «СО-ЦДУ ЕЭС»;
  - ОАО «Самараэнергосбыт»; ИАСУ КУ (НП «АТС»).

В соответствии с рабочим проектом АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук» содержит 50 подбъектов с общим количеством измерительных каналов 200.

Упрощенная структурная схема АСКУЭ приведена на рисунке 18.

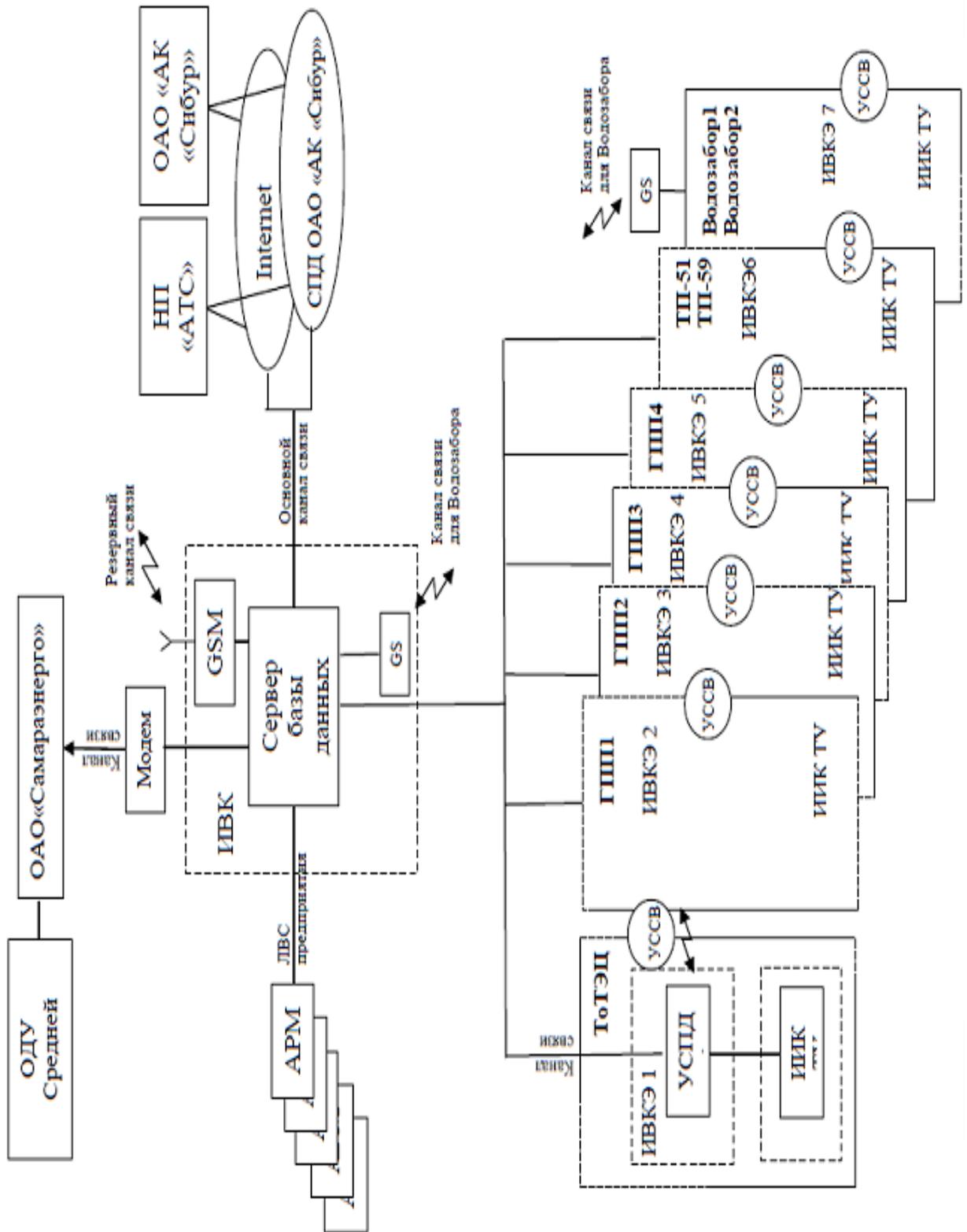


Рисунок № 18 - Упрощенная схема АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук»

Система обеспечения единого времени (СОЕВ) должна формироваться на всех уровнях АСКУЭ.

СОЕВ выполняет законченную функцию измерений времени, имеет нормированные метрологические характеристики и обеспечивает синхронизацию времени при проведении измерений энергоресурсов с точностью не хуже  $\pm 5,0$  с/сутки. В СОЕВ входят все средства измерений времени, влияющие на процесс измерения энергоресурсов, и учитываются временные характеристики (задержки) линий связи между ними, которые используются при синхронизации времени. СОЕВ должна быть привязана к единому календарному времени.

Для организации каналов связи между ИВКЭ и ИВК необходимо использовать оптико-волоконные кабели (оптоволокно 50/125, 16 пар жил) и активное сетевое оборудование производства фирмы Cisco Systems. Топология сети передачи данных - резервированное кольцо.

В качестве сервера системы должен быть использован высокопроизводительный сервер производства фирмы Hewlett-Packard в промышленном исполнении.

Должна быть реализована следующая политика архивирования:

- процедура архивирования БД (базы данных) должна происходить тогда, когда нагрузка на сервер минимальна;
- должно быть организовано создание архивных копий БД с разделением их на четыре типа: ежедневная, еженедельная, ежемесячная и ежегодная;
- должна быть установлена защита от перезаписи ежедневной копии в течение двух дней, еженедельных в течение одного месяца, ежемесячных в течение полугода, ежегодных в течение трёх лет.

Для обеспечения безопасности и защиты от вирусов и вредоносных программ связь с общезаводской локальной сетью осуществляется через шлюзовую компьютер и межсетевой экран фирмы Cisco Systems.

Все данные на сервере АСКУЭ должны сохраняться в базе данных MS SQL Server, которая поставляется вместе с «Программным комплексом

Энергосфера» фирмы Prosoft Systems г. Екатеринбург.

Все функции АСКУЭ по обработке измерительных и служебных данных реализуются программно.

Программное обеспечение верхнего уровня выполнено по технологии клиент-сервер и имеет в своем составе систему управления базами данных (СУБД), предоставляющая для приложений полный набор услуг, связанных с выполнением их программ.

Программное обеспечение имеет модульную структуру, которая обеспечивает наиболее оптимальное построение отказоустойчивого, масштабируемого программно-технического комплекса.

В системе используются следующие виды программного обеспечения :

- стандартное программное обеспечение;
- специальное программное обеспечение.

Стандартное программное обеспечение серверов и АРМов – операционная система Windows 2000 Server, MS SQL-сервер/клиент, пакет офисных программ по усмотрению пользователя.

Специальное программное обеспечение состоит из двух частей – серверной и клиентской.

Серверная часть специального программного обеспечения:

- сервер опроса;
- комплекс программ SQL-сервера (база данных, приложения).

Клиентская часть программного обеспечения АСКУЭ представляет собой АРМ «ControlAge» ПК «Энергосфера» и может быть установлена на любую рабочую станцию вычислительной сети предприятия. Состав комплекса программного обеспечения АСКУЭ приведен в таблице 7

Таблица 7 - Программное обеспечение системы АСКУЭ на базе ЭКОМ

Наименование ПО	Назначение ПО
MS Windows Server 2000	Операционная система
MS SQL Server 2000	СУБД
ПО ПТК «ЭКОМ» (ООО «НПФ «Прософт-Е»)	ПО АСКУЭ
Программный комплекс «Энергосфера» (ООО «НПФ «Прософт-Е»)	ПО АРМ

### **3.1 Требования к системе контроля и учета данных на ООО «Тольяттикаучук»**

АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук» должна обеспечивать:

- сбор информации в автоматическом режиме;
- сбор и обработку информации от аналоговых датчиков;
- отображение, регистрацию и хранение информации;
- формирование отчетных форм;
- периодический контроль работоспособности основных частей КТС.

Учетная информация должна иметь привязку к астрономическому времени и обеспечивать единые временные срезы измеряемых и вычисляемых данных. АСКУЭ «Тольяттикаучук» должна представлять собой интегрированную многоуровневую распределённую систему, сочетающую функции мониторинга и технического учёта энергоносителей.

В основе архитектуры системы лежит построение непрерывной цепочки мониторинга и учёта энергоресурсов, в соответствии с принятой дискретностью опроса от полевого уровня (первичные преобразователи) до АРМ служб и диспетчерского отдела ООО «Тольяттикаучук».

#### **Требования к режимам функционирования АСКУЭ.**

Компоненты АСКУЭ должны обеспечить нормальное функционирование в следующих режимах:

- штатный режим;
- автономный режим (при отсутствии взаимодействия между ИИК и ИВКЭ, ИВКЭ и ИВК);
- сервисный режим;
- аварийный режим (восстановление, замена).

Во всех режимах должна быть обеспечена достоверность, сохранность и безопасность данных.

## **Требования к ИИК**

ИИК должен обеспечивать:

- автоматическое измерение величин показателей учета энергоресурсов;
- автоматическую синхронизацию времени;
- автоматическую регистрацию событий в «Журнале событий», сопровождающих процессы измерения;
- хранение результатов измерений, информации о состоянии средств измерений;
- безопасность хранения информации и программного обеспечения (ПО) в соответствии с ГОСТ Р 52069.0-2003 и ГОСТ Р 51275-2006;
- предоставление доступа к измеренным значениям параметров и «Журналам событий» со стороны ИВКЭ или ИВК;
- конфигурирование и параметрирование технических средств и ПО;
- диагностику работы технических средств;
- наличие сервисных портов для подключения переносной инженерной станции с целью настройки приборов и автономного съема данных;
- устойчивость к внешним и внутренним помехам, в соответствии с ГОСТ Р 51321.1-2000 (МЭК 60439-1-92);
- передачу информации по стандартным международным протоколам передачи данных: TCP/IP, Profibus, Modbus, HART.

## **Требования к трансформаторам тока и напряжения.**

Используемые в ИИК трансформаторы тока (ТТ) и напряжения (ТН) должны удовлетворять следующим условиям:

- технические параметры и метрологические характеристики измерительных трансформаторов тока и напряжения должны отвечать требованиям ГОСТ 7746-2001 и ГОСТ 1983-2001, соответственно;
- классы точности измерительных трансформаторов тока и напряжения должны быть не хуже 1,0;

- для измерений в электрических сетях с заземленной нейтралью измерительные трансформаторы тока необходимо устанавливать в трех фазах, к которым следует подключать трехфазные трехэлементные счетчики;

### **Требования к устройствам учета электроэнергии.**

Счетчики электрической энергии должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52323-2005 и ПУЭ. Счетчики должны иметь возможность проводить автоматический учет приращений активной и реактивной электроэнергии (интегрированной активной и реактивной мощности) с периодичностью 30 минут.

Счетчики должны выполнять следующие функции:

- измерение электроэнергии с нарастающим итогом и вычисление электроэнергии за интервалы времени;
- измерение мгновенной мощности;
- измерение времени и интервалов времени;
- ведение встроенного календаря и часов;
- возможность измерения активной и реактивной мощностей в двух направлениях;
- автоматическое хранение в энергонезависимой памяти профиля нагрузки с получасовым интервалом глубиной – не менее 35 суток;
- точность хода энергонезависимых часов – не хуже  $\pm 5$  секунд в сутки с внешней автоматической коррекцией (синхронизацией), работающей в составе СОЕВ;
- ведение журналов событий (результаты самодиагностики, фиксация перерывов питания, попыток несанкционированного доступа, факты параметрирования, факты превышения установленных пределов и т.п.);
- предоставление измеренных данных и журналов событий счетчика;
- обеспечивать защиту от несанкционированного изменения параметров, измеренных данных и журналов событий, а также от записи, при этом защита должна быть обеспечена на программном (логическом) уровне (установка паролей);

- защиту от несанкционированного предоставления информации;
- сохранение информации в при отсутствии питания;
- автоматическую самодиагностику при включении питания, по расписанию и по внешнему запросу;
- резервирование питания;
- резервирование интерфейсов для последовательной передачи данных;
- наработку на отказ – не менее 35000 часов;
- время восстановления – не более 7 суток.
- межповерочный интервал – не менее 8 лет;
- визуальный контроль информации на счетчике;
- устойчивость к внешним и внутренним помехам в соответствии с ГОСТ Р 51321.1-2000 (МЭК 60439-1-92);
- передачу информации по стандартным международным протоколам передачи данных - Modbus;
- обеспечение подключения к счетчику инженерной станции через оптический сервисный порт, в том числе для целей автономного считывания, удаленного доступа и параметрирования;
- класс точности учета активной энергии должен быть не хуже 1,0, реактивной энергии – не хуже 2,0.

### **Принцип действия системы учета на базе «ЭКОМ 3000»**

В структурной схеме АС КУЭ использованы следующие элементы:

- измерительные трансформаторы тока и напряжения;
- многофункциональные счетчики электрической энергии типа СЭТ 4ТМ.02, СЭТ 4ТМ.03 и СЭТ 4ТМ.03.08,
- преобразователи интерфейса RS-485, устройство сбора и передачи данных (УСПД) типа «ЭКОМ-3000М». Сервер выполнен на базе компьютера промышленного исполнения HP ML370.

Измерения электроэнергии выполняются интегрированием по времени мощности контролируемого присоединения (объекта учета) при помощи счетчиков электроэнергии типа СЭТ 4ТМ.02, СЭТ 4ТМ.03 и СЭТ 4ТМ.03.08.

Измерения среднего значения мощности счетчиком типа СЭТ 4ТМ.02, СЭТ 4ТМ.03 и СЭТ 4ТМ.03.08 выполняются умножением входных сигналов тока и напряжения при помощи элементов Холла.

Результаты измерений электроэнергии и мощности, получаемые в виде аналоговых сигналов, выводятся на дисплей счетчиков СЭТ 4ТМ.02, СЭТ 4ТМ.03 и СЭТ 4ТМ.03.08 в цифровом виде.

Со счетчиков электроэнергии информация по сотовым линиям связи передается в УСПД типа ЭКОМ-3000М. Передача измеренных данных с ИИК в УСПД ИВКЭ осуществляется 1 раз в 30 минут по запросу, поступающему из УСПД.

Коммуникационное оборудование ИВКЭ осуществляет доставку запроса на передачу данных в соответствующий ИИК и передачу данных обратно в УСПД.

Номер опрашиваемого ИИК и перечень запрашиваемых данных указываются в запросе, поступившем из УСПД ИВКЭ.

Архив измеренных величин формируется программным обеспечением (ПО), установленным в УСПД ИВКЭ. Все результаты измерений по учету электроэнергии в ИВКЭ и диагностическая информация о состоянии средств измерений хранится в энергонезависимой памяти УСПД. Объем внутренней памяти УСПД обеспечивает хранение данных не менее чем за 35 суток.

Вся накопленная информация по учету электроэнергии и журналы событий передаются в ИВК АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук». Информация передается автоматически по запросу ИВК 1 раз в 30 минут. Запрос включает в себя временной интервал, за который считывается информация, и состав запрашиваемой информации. В качестве канала передачи информации используются выделенные каналы модемной связи. Далее сервер ИВК ООО «Тольяттикаучук» передает информацию в Центральный сервер АСКУЭ – ИВК ОАО «АК «Сибур», а также в ИАСУ КУ (НП «АТС»), ОАО «Самараэнерго» и Самарское РДУ филиала ОАО «СО-ЦДУ ЕЭС».

Измерение времени происходит автоматически, внутренними таймерами счетчиков, промконтроллера (УСПД) ИВКЭ и сервера ИВК. Нормирование величин отклонений встроенных часов осуществляется при помощи синхронизации последних с единым календарным временем.

Синхронизация времени в ИВКЭ и сервере ИВК осуществляется по сигналам точного времени, принимаемым через GPS-приемник, который является частью УСПД «ЭКОМ-3000М» ИВКЭ. Синхронизация времени в ИИК происходит в каждый сеанс связи, при этом выполняется контроль расхождения времени счетчика и времени ИВКЭ. В случае обнаружения отклонения внутреннего времени в счетчике от заданной предельной величины, формируется сообщение об ошибке.\_

Комплекс средств АСКУЭ функционирует в круглосуточном режиме. Для нормального функционирования КТС необходимы следующие условия:

- каждый компонент КТС должен быть исправен и находиться во включенном состоянии;
- измерительные линии между трансформатором тока (ТТ), трансформатором напряжения (ТН) и счетчиком должны быть в исправном состоянии;
- линии связи между оборудованием ИИК, ИВК и КТС передачи данных должны быть в исправном состоянии;
- ТТ и ТН должны работать в требуемом классе точности;
- программное обеспечение ИВКЭ – ПТК ЭКОМ должно быть установлено и настроено под объект.

### **3.2 Инструкция по охране труда для инженера – электроника по обслуживанию системы АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук»**

Инженер-электроник автоматизированной информационно-измерительной системы учета электроэнергии (АСКУЭ) относится к категории специалистов электротехнического цеха (ЭТЦ) ООО «Тольяттикаучук» (далее по тексту – инженер–электроник).

Инженер-электроник принимается на работу и увольняется с работы на основании приказа генерального директора или лица, им уполномоченного, по согласованию с начальником ЭТЦ.

Инженер-электроник подчиняется непосредственно начальнику электротехнического цеха (ЭТЦ).

Инженер-электроник является ответственным за обеспечение технически грамотной эксплуатации и ремонта электронных систем, входящих в сферу его обслуживания.

На время отсутствия инженера-электроника (отпуск, болезнь, командировка и пр.) его обязанности исполняет работник из числа инженерно-технического персонала ЭТЦ, аттестованный на замещение данной должности. Назначение оформляется приказом генерального директора предприятия на основании служебной записки начальника ЭТЦ.

Режим работы дневной, пятидневная рабочая неделя.

Оклад – согласно штатному расписанию.

Премирование осуществляется по «Положению о системе оплаты труда», действующему на предприятии.

Инженер-электроник в своей работе руководствуется действующим Законодательством РФ, локальными актами, принятыми на предприятии, документами систем менеджмента качества (СМК) и экологического менеджмента (СЭМ), касающихся выполняемой работы, положением о цехе, настоящей должностной инструкцией, правилами промышленной безопасности и охраны труда, инструкциями согласно утверждённого перечня.

К объектам обслуживания инженера– электроника относятся:

- Автоматизированная информационно – измерительная система учета электроэнергии (АСКУЭ);

- Устройства электроники ЭТЦ.

### **Компетентность, квалификация, образование**

На работу в должности инженера-электроника принимается лицо:

- имеющее высшее профессиональное (техническое) образование – стаж работы на производстве не менее 1 года или среднее профессиональное (техническое) образование и стаж работы на производстве не менее 3 лет;

- 5 группу по электробезопасности;

- наличие навыков работы на персональном компьютере.

Инженер-электроник обязан знать и выполнять:

- законодательные и нормативные правовые акты, нормативные и методические материалы, касающиеся выполняемой работы;

- распоряжения, приказы вышестоящего руководства предприятия, касающиеся деятельности ЭТЦ;

- организационную и технологическую структуру и оперативные схемы электроснабжения.

- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» ;

- общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств;

- «Правила устройств электроустановок» (ПУЭ);

- «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок»;

- инструкции согласно утвержденному перечню;

- основы трудового законодательства РФ;

- основы экономики, организации производства, труда и управления;

- правила внутреннего трудового распорядка, действующие на предприятии;

- передовой отечественный и зарубежный опыт по своему профилю

работы;

- правила и нормы охраны труда, промышленной безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты;

- настоящую должностную инструкцию.

Инженер-электроник обязан проходить:

- 1 раз в 5 лет аттестацию на соответствие деловых качеств и профессиональных знаний занимаемой должности;

- 1 раз в 3 года проверку знаний правил охраны труда;

- 1 раз в 5 лет проверку знаний при аттестации по вопросам промышленной безопасности;

- 1 раз в год проверку знаний по правилам безопасности (ПОТРМ), ПТЭЭП.

#### **Должностные обязанности**

Инженер-электроник обязан:

Обеспечивать безаварийную и надежную работу закрепленного электрооборудования согласно инструкций, правил технической эксплуатации и правил безопасности.

Актуализировать информацию в базе данных информационной системы.

Обеспечивать ручной ввод данных при нарушении функционирования автоматизированной системы сбора информации.

Выполнять работы по контролю достоверности потребления мощности и электроэнергии ООО «Тольяттикаучук».

Оформлять заявки на необходимые материалы и оборудование, осуществлять контроль за своевременным обеспечением электронной техники запасными частями и материалами, обеспечивать правильное хранение и использование запасных частей и материалов по назначению.

Разрабатывать и внедрять прогрессивные методы ремонта, а также мероприятия по увеличению сроков службы электрооборудования, снижению стоимости и улучшению качества ремонта.

Осуществлять подготовку систем электронного оборудования к работе,

производить технический осмотр устройств и узлов, контролировать параметры и надежность элементов оборудования, проводить тестовые проверки с целью своевременного обнаружения неисправностей, устранять их.

Принимать непосредственное участие в пуско-наладочных работах по вводу в действие новых информационных систем на базе вычислительной техники, обеспечивать их техническое обслуживание и ремонт.

Производить наладку элементов и блоков электронных вычислительных машин, радиоэлектронной аппаратуры и отдельных устройств и узлов.

Участвовать в испытаниях и сдаче оборудования из ремонта.

Не допускать проведения ремонтных работ без оформления необходимой документации и разрешений;

Немедленно докладывать начальнику ЭТЦ о несчастном случае, загорании, аварии или другом происшествии при ведении ремонтных работ. Проверять своевременность и правильность принятых мер по ликвидации возникшего происшествия, вносить в них необходимые коррективы, участвовать в расследовании нарушений в работе электроустановок.

В случае, когда неисправности и неполадки в работе электрооборудования и сетей не могут быть устранены и имеется опасность для работающих, ставить об этом в известность начальника ЭТЦ.

Выявлять нарушения ведения ремонтных работ с нарушением правил безопасности. Принимать меры по недопущению нарушений в дальнейшем.

Вести технический надзор за вновь монтируемыми электроустановками на объектах обслуживания, закрепленных за ним.

Работать с технической документацией, корректировать ее, при необходимости вносить изменения.

Постоянно повышать свои экономические, технические и профессиональные знания.

Выполнять отдельные служебные поручения и указания начальника ЭТЦ, относящиеся к компетенции инженера-электроника и связанные с выполнением его должностных обязанностей.

Выполнять свои должностные обязанности в рамках своей компетентности с учётом требований Корпоративной экологической политики, стандартов КСЭМ.

### **Права инженера-электроника**

Инженер-электроник имеет право:

Не допускать производства ремонтных работ на неподготовленном к ремонту оборудовании с применением неисправного оборудования и приспособлений.

Знакомиться с решениями руководства ЭТЦ, касающимися его деятельности.

Сообщать непосредственному руководителю о всех выявленных в процессе исполнения своих должностных обязанностей недостатках в работе электронного оборудования и вносить предложения по их устранению.

Требовать от начальника ЭТЦ обеспечения необходимой для работы технической документацией.

### **Ответственность инженера-электроника**

Дисциплинарную - за невыполнение настоящей должностной инструкции и правил внутреннего трудового распорядка, действующих на предприятии.

Материальную - за ущерб, причинённый предприятию по его вине.

### **Предупреждение по охране труда и промышленной безопасности**

Инженер-электроник обязан:

Знать и выполнять требования инструкций, положений и стандартов (корпоративных) по охране труда, промышленной, пожарной и газовой безопасности, производственной санитарии, гигиены труда, действующих на предприятии.

Немедленно сообщать начальнику ЭТЦ обо всех нештатных ситуациях в области охраны труда и промышленной безопасности: каждом случае травмы, отравления, ожога и т.д, полученных лично или другим работником.

В случаях производственной необходимости использовать средства индивидуальной защиты (СИЗ), выданных работодателем.

Содержать свое рабочее место в чистоте и порядке.

Технологическая инструкция устанавливает порядок подготовки и отправки отчетных документов в ИАСУ КУ НП «АТС», в информационную систему ООО «Тольяттикаучук» и филиал ОАО «СО-ЦДУ ЕЭС» Самарское РДУ о потреблении электроэнергии по точкам учета АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук», контроль за работоспособностью технических средств комплекса, правильностью функционирования программного обеспечения «ЭКОМ», восстановления работоспособности системы после аварий и сбоев.

Контроль за выполнением настоящей инструкции возлагается на главного энергетика ООО «Тольяттикаучук».

Автоматизированная информационно-измерительная система учета электроэнергии предназначена для измерения приращений потребляемой активной и реактивной электрической энергии, которые позволяют определить величины учетных показателей, используемых в финансовых расчетах на оптовом рынке электроэнергии.

Все функции по обработке входных сигналов и расчет потребленной электрической энергии, а также отсчет текущего времени, счетчик электрической энергии осуществляет полностью в автоматическом режиме (без вмешательства персонала). Цикличность измерения параметров и расчета потребленной электрической энергии счетчиком, составляет 30 минут.

Результаты 30-ти минутных измерений счетчик электрической энергии автоматически сохраняет в энергонезависимой памяти. Глубина хранения информации о потребленной электрической энергии в счетчике составляет не менее 35 суток. Сервер ИВК автоматически считывает информацию из счетчиков об измеренных приращениях активной электроэнергии и о состоянии средств измерений (журнал событий счетчика). Цикличность сбора информации из счетчиков составляет один раз в 30 минут. Полученную информацию ПО сервера записывает в архив на «жесткий» диск. Глубина хранения информации в сервере ИВК составляет не менее 3,5 лет.

Сервер ИВК имеет встроенный таймер, который автоматически ведет отсчет текущего времени. К серверу подключено устройство синхронизации внутреннего времени сервера (для этого используется GPS-приемник, который принимает сигналы единого календарного времени со спутников системы глобального позиционирования).

Процесс автоматической корректировки времени сервера ИВК происходит следующим образом:

- каждые пять минут происходит сравнение локального времени сервера ИВК (которое поступает из внутренних часов сервера) с единым точным календарным временем (получаемым со спутников Системы

Определения Местоположения (GPS);

- вычисляется разница во времени между полученными значениями с учетом сдвига времени, определяемого часовым поясом, установленным на сервере ИВК;

- при обнаружении разницы во времени, происходит синхронизация внутреннего времени сервера ИВК, и отображение вычисленной разницы.

Сервер ИВК автоматически осуществляет коррекцию величины расхождения по времени между сервером и счетчиком. Алгоритм синхронизации времени счетчика следующий:

а) в начале очередного опроса сервер ИВК получает из счетчика дату и текущее время;

б) сравнивает дату и время, полученные из счетчика, с внутренними датой и временем сервера;

в) в случае расхождения времени счетчика со временем сервера ИВК на величину более  $\pm 0,1$  секунды формирует команду на коррекцию, которая в конце текущего опроса поступает на счетчик;

г) в журнале событий счетчика формируется сообщение о выполнении коррекции текущего времени в счетчике, а в журнале событий сервера ИВК формируется сообщение о проведении коррекции текущего времени в счетчике

и величина, на которую была выполнена коррекция текущего времени в счетчике.

Система обеспечения единого времени выполняет законченную функцию измерений времени и интервалов времени и обеспечивает синхронизацию времени с точностью  $\pm 0,1$  секунда в сутки.

### **Описание технологических операций**

Действия персонала при проверке работоспособности программно-технического комплекса :

- контроль поступления 30-ти минутных результатов измерений приращений активной и реактивной электроэнергии;

- анализ корректности полученной информации (для этого запустить программу «Конфигуратор УСПД» и вывести таблицу с точками опроса, в которой отображается поступление данных по каналам);

- просмотр журнала событий по каждому счетчику, три раза в смену, на предмет возникновения ситуаций, влияющих на учет (просмотр производится в модуле «ЭКОМ» в окне «Объекты». При появлении сообщений оператор должен проводить анализ сообщения и действовать в зависимости от результата уведомлять дежурный ремонтный персонал, для выяснения причины возникшей ситуации);

- контроль полноты полученных данных за прошедшие сутки (один раз в смену). Просмотр производится в окне создания отчетов. Для просмотра отчета нажать кнопку формирования отчета о полноте данных.

При количестве полученных 30-ти минутных значений, меньше 48, за прошедшие сутки, ячейка будет окрашена в желтый цвет:

- контроль работоспособности процесса синхронизации внутренних таймеров сервера и счетчиков (один раз в смену), при помощи модуля Администратор (расхождение в показаниях таймеров должно быть не более + 2 секунды).

Действия персонала при передаче файла отчета в ИАСУ КУ НП «АТС»:

- в 10 часов по московскому времени проверить наличие 30-ти минутных значений результатов измерений приращений активной и реактивной электроэнергии в БД ИВК за прошедшие сутки;

- проанализировать данные на предмет корректности;

- в 12 часов 30 минут по московскому времени, проверить факт автоматической отправки файла отчета в ИАСУ КУ НП «АТС», в файле сообщений программы F\_XML;

- проверить защиту на программном уровне результатов измерений

- наличие электронной цифровой подписи в файле отчета;

- в списке сообщений электронной почты, проверить наличие сообщения с подтверждением о получении файла отчета в ИАСУ КУ НП «АТС»;

Действия персонала при передаче файла отчета в филиал ОАО «СОЦДУ ЕЭС» Самарское РДУ:

- один раз в смену проконтролировать факт автоматического формирования и отправки отчета (в формате АСКП) в филиал ОАО «СО-ЦДУ ЕЭС» Самарское РДУ, при помощи ПО ЭКОМ-3000М;

- проверить наличие сообщения из филиал ОАО «СО-ЦДУ ЕЭС» Самарское РДУ, по электронной почте, о получении файла отчета от ООО «Тольяттикаучук».

Действия персонала при передаче файла отчета в ОАО «Самараэнерго».

- один раз в смену проконтролировать факт автоматического формирования и отправки отчета (в формате АСКП) в ОАО «Самараэнерго», при помощи ПО ПТК «ЭКОМ».

- проверить наличие сообщения из ООО «Тольяттикаучук», по электронной почте, о получении файла отчета от ООО «Тольяттикаучук».

Действия персонала при выполнении резервного копирования базы данных ИВК АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук»:

- создать резервную копию базы данных ИВК, при помощи модуля ПО ПТК «ЭКОМ»;

- переписать файл, с резервной копией БД ИВК, в накопитель на

магнитной ленте HP Storageworks DAT 40GB External Tape Drive, стандартными средствами ОС Windows.

Действия персонала при проверке защищенности от несанкционированного доступа и сохранности оборудования:

- провести обход и осмотр оборудования (один раз в неделю);
- проверить наличие пломб, установленных предприятием-изготовителем на счетчиках;
- проверить наличие пломб, установленных ОАО «Самараэнерго» на счетчиках;
- сделать запись в журнале осмотров оборудования, по результатам проверки.

Действия персонала по обеспечению эксплуатации оборудования, в соответствии с заданными, в технических требованиях НП «АТС», показателями надежности (для счетчиков электрической энергии показателем надежности является время наработки на отказ, оно составляет не менее 35000 часов, для сервера ИВК показателями надежности являются:

- коэффициент готовности, который составляет 0,99 и время восстановления - один час):
- в процессе работы оборудования (при возникновении отказов) заполнять формуляры по формам, приведенным в таблицах 3, 5 и 6 в АУВП.411711.С.13.ЭД.Ф «Формуляр»;
- заполненные формуляры, по отказам оборудования, передавать лицу, ответственному за эксплуатацию оборудования ;

При проведении ремонтных работ на оборудовании и при производстве переключений, оператор обязан делать соответствующие записи в оперативном журнале, с отметкой о начале и окончании работ.

По окончании ремонтных работ оператору необходимо проверить работоспособность отремонтированного оборудования и в целом, для этого выполнить следующие действия:

- проверить возможность проведения измерений величин приращений активной электроэнергии в счетчике;
- проверить возможность проведения измерений величин времени и интервалов времени в ИИК и ИВК;
- проверить возможность автоматической коррекции времени в ИИК и ИВК;
- проверить возможность сбора состояний средств измерений;
- проверить возможность сбора информации – результатов измерений приращений активной электроэнергии;
- проверить цикличность измерений - 30-ти минутные приращения;
- проверить цикличность сбора - 1 раз в сутки;
- проверить возможность предоставления информации о результатах измерений в ИАСУ КУ НП «АТС», в филиал «Энергосбыта» ОАО «Самараэнерго», в ОАО «СО-ЦДУ ЕЭС» Самарское РДУ.

После завершения проверки перевести в автоматический режим работы и проконтролировать выполнение следующих функций:

- автоматическое выполнение измерений приращений активной электроэнергии в счетчике с цикличностью один раз в тридцать минут;
- автоматический сбор информации о результатах измерений приращений активной электроэнергии сервером ИВК с цикличностью один раз в сутки;
- автоматическое выполнение коррекции времени в ИИК и ИВК;
- автоматическое предоставление результатов измерений в ИАСУ КУ НП «АТС»

### **3.3 Выводы по разделу 3**

В третьей главе выполнена и обоснована модернизация текущей системы учета с целью повышения точности учета электроэнергии. Определены основные критерии и понятие о новой структуре. Были доведены основные требования предъявляемой к новой структуре. Сформирован принцип действия.

## **Заключение**

Главной целью модернизации или внедрения автоматической системы учета электрической энергии (АСКУЭ) является понижение затрат на потребление энергетических ресурсов, сокращение потерь за счет увеличения точности полученных данных и минимизации времени сбора и обработки. Создание автоматизации учета электроэнергии на всех производственных этапах, от генерации до потребления, становится неотъемлемым условием эффективного функционирования современных энергосистем.

На сегодняшний день на любом предприятии все отчетливее встает вопрос об энергосбережении и энергоэффективности. Именно в этом и заключается смысл внедрения и успешного использования системы АСКУЭ. Система позволяет существенно сэкономить энергоресурсы и финансы.

Величина экономического эффекта от модернизации АСКУЭ на предприятии ООО «Тольяттикаучук» достигает в среднем 15-20% от годового потребления энергоресурсов, а окупаемость затрат на создание АСКУЭ происходит за 3-4 квартала. На сегодняшний день система АСКУЭ как инструмент является тем необходимым механизмом, без которого невозможно решать проблемы расчетов за энергоресурсы с их поставщиками, непрерывной экономии энергоносителей и снижения доли энергозатрат в себестоимости продукции предприятия.

В первых двух главах были приведены общие характеристики объекта, предназначение системы АСКЭ, а также был произведен выбор оборудования и интерфейсов для модернизации системы АСКУЭ ООО «Тольяттикаучук».

В ходе решения поставленных задач в начале работы смогли достичь снижение финансовых затрат на 20 %.

## Список используемой литературы

1. Самсонов, В. С. Автоматизированные системы управления в энергетике/ В. С. Самсонов - М. Высшая Школа, 2010 г.
2. Быценко, С. Г. Инструментальное обеспечение рынка электроэнергии. Концепция автоматизированной системы контроля и управления энергопотреблением/ С. Г. Быценко // Промышленная энергетика № 8, 9, 11 2011 г.
3. Быценко, С. Г. Инструментальное обеспечение рынка электроэнергии. Концепция создания автоматизированной системы контроля и управления энергопотреблением/ С. Г. Быценко // Промышленная энергетика № 8 2011 г.
4. Быценко, С. Г. Инструментальное обеспечение рынка электроэнергии. Концепция создания автоматизированной системы контроля и управления энергопотреблением/ С. Г. Быценко // Промышленная энергетика № 11 2011 г.
5. Макаров, Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ : в 6 т.: учеб.-произв. изд. Т. 4 // Е.Ф. Макаров; Папирус Про, 2005г.
6. Касьян, В. Я. Организация проектирования автоматизированных систем контроля и учета энергии в Энергосбыте АО "Челябэнерго" // В. Я Касьян// Промышленная энергетика № 7, 2012 г.
7. Власов, Б.В. Автоматизированные системы управления предприятиями массового производства / Б.В. Власов М.// Высшая школа 2007г.
8. Кустов, А.А. Автоматизация управления рациональным электропотреблением.//А.А. Кустов - Тольятти, 2009 г.
9. Соскин, Э.А., Автоматизация управления промышленным энергоснабжением/ Э.А. Соскин // М.: Энергоатомиздат, 2008г.
10. Князевский, Б.А. Электроснабжение промышленных предприятий. /Б.А. Князевский// М.: Высшая школа,2009 г.
11. Трансформаторы напряжения. Общие технические условия. ГОСТ 1995-2010.

12. Трансформаторы напряжения. Общие технические условия. ГОСТ 1995-2010 г.
13. Трансформаторы тока. Общие технические условия. ГОСТ 776-2010г.
14. Учет электрической энергии и мощности на энергообъектах. Типовая методика выполнения измерений количества электрической энергии. РД 34.11.333-97 г.
15. Типовая инструкция по учету электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении. РД 34.09.101-94 г.
16. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. РД 153-34.0-03.150-00 (ПОТ Р М-016-2001).
17. Потребич, А.А., Применение интегрированной системы для решения задач АСУ ПЭС / А.А Потребич // Электрические станции, 2006г.
18. Федосеев, П.А. Релейная защита электрических систем /П.А Федосеев // "Энергетика", Москва, 2008 г.
19. Олифер, В.Г., Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы. /В.Г. Олифер/: Питер. 2011 г.
20. Макеев, А.С. Аппаратные средства локальных сетей./ А.С. Макеев СПб: Питер 2013г.
21. Вендров, А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем./ А.М. Вендров / М.: Финансы и статистика 2011г.
22. Сапронов, А.А. Анализ структуры коммерческих потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях /А.А. Сапронов // Энергосбережение . № 4. 2015 г.
23. АСКУЭ современного предприятия [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://esco-ecosys/com>
24. АСКУЭ двадцать первого века [электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://esco-ecosys/com.narod.ru/2004\\_12/art01.htm](http://esco-ecosys/com.narod.ru/2004_12/art01.htm)
25. Руководство по эксплуатации. Многофункциональный микропроцессорный счетчик электрической энергии типа СЭТ-4ТМ.03;

26. Руководство по эксплуатации. Многофункциональный микропроцессорный счетчик электрической энергии типа СЭТ-4ТМ.02.

27. Руководство по эксплуатации. Многофункциональный микропроцессорный счетчик электрической энергии типа SL-761B071 производства «Actaris Metering Systems» (Программное обеспечение «DINO+»).

28. Программно-технический измерительный комплекс ЭКОМ.

29. Программа AdCenter "Консоль администратора АСКУЭ". Руководство пользователя.

30. Руководство по эксплуатации. ООО «Прософт-Е».

31. Программное обеспечение АРМ ControlAge. Руководство программиста.

32. Модуль автоматической рассылки макетов 63002 на базе ПТК ЭКОМ.

33. Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии на базе ИТК ЭКОМ. Руководство программиста.

Публикации по теме исследования:

1. Иевлев, С.О. Организация учета энергоресурсов производимых и потребляемых ООО «Тольяттикаучук»/С.О. Иевлев // X международная молодежная научная конференция: сборник научных трудов (г. Казань, 25 марта 2015 г.) Казань - 2015– 149 с.

2. Иевлев, С.О. Применение системы АСКУЭ для организации и учета электроэнергии, производимых и потребляемых ООО «Тольяттикаучук»/ С.О. Иевлев// XXIX Международная научно – практическая конференция перспективы развития информационных технологий: сборник научных трудов (г. Новосибирск 22 апреля 2016 г.) – Новосибирск 2016 – 160 с.

3. Иевлев, С.О. Организация учета энергоресурсов производимых и потребляемых ООО «Тольяттикаучук»/С.О. Иевлев // Энергоэф-фективность и энергобезопасность производственных процессов: сборник трудов IV Всероссийской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов (г. Тольятти, 13 апреля 2016 г.). – Тольятти: ТГУ. - 2016. – 130 с.