

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

Институт энергетики и электротехники

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

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

Электроснабжение
(направленность (профиль))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Коммерческая диспетчеризация потребления электрической
энергии и мощности ОАО «АВТОВАЗ»

Студент(ка)

Р. Ержов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.А. Козуб

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

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

« ____ » _____ 2016 г.

Тольятти 2016

Аннотация

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы внедрения новых прогрессивных технологий управления на ОАО «АВТОВАЗ» с целью осуществления контроля над потребляемыми энергоресурсами, ограничением и снижением их доли в себестоимости производимой продукции, повышением эффективности использования существующей распределительной электрической сети предприятия, повышением надежности и обеспечением бесперебойности электроснабжения его основной производственной площадки.

Выполнен анализ системы внешнего и внутреннего электроснабжения ОАО «АВТОВАЗ».

Выполнен анализ интегрированных на предприятии систем коммерческого и технического учета электрической энергии (мощности), диспетчеризации и телеизмерений, эволюции их развития.

Рассмотрены вопросы существующих технических решений в сфере повышения эффективности производственных и оптимизации технологических процессов, обеспечения автоматизированной подготовки исходных данных для информационной системы планирования и контроля за распределением и потреблением электрической энергии (мощности) промышленных предприятий.

Показаны возможности внедряемых информационных решений, как в плане внедрения новых технологий, так и модернизации существующих систем.

Выполнено моделирование нового интегрированного решения в сфере коммерческой диспетчеризации потребления электрической энергии (мощности) для нужд ОАО «АВТОВАЗ» в условиях работы на розничном рынке электрической энергии (мощности). Предложены к реализации подготовительные мероприятия и изменения.

Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе выполнена на 51 странице, графическая часть - на 6 листах формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 Анализ системы электроснабжения предприятия.....	10
1.1 Анализ системы внешнего электроснабжения предприятия..	10
1.2 Анализ системы внутреннего электроснабжения предприятия.....	13
2 Анализ интегрированных на предприятии систем коммерческого и технического учета электрической энергии (мощности), диспетчеризации и телеизмерений.....	14
2.1 Анализ интегрированных на предприятии систем коммерческого и технического учета электрической энергии (мощности).....	14
2.2 Анализ интегрированных на предприятии систем диспетчеризации и телеизмерений.....	20
3 Комплексные решения в области электроснабжения промышленных предприятий.....	21
3.1 Автоматика сетей электроснабжения.....	21
3.2 Структура автоматики сетей электроснабжения.....	24
3.3 Удаленный доступ к подстанции и локальный интеллект.....	26
3.4 Системы SCADA.....	29
3.5 Системы автоматизированного управления предприятием...	36
3.6 Практические рекомендации при модернизации подстанций.....	37
4 Моделирование нового интегрированного решения в сфере коммерческой диспетчеризации потребления электрической энергии (мощности) для нужд ОАО «АВТОВАЗ» в условиях работы на розничном рынке электрической энергии (мощности).....	40

5 Расчет экономической эффективности интегрированной системы управления технологическими процессами и предприятием.....	43
5.1 Основные показатели экономической эффективности.....	43
5.2 Определение величины затрат на интегрирование системы управления технологическими процессами и предприятием.....	45
5.3 Расчет годовой экономии от создания и внедрения интегрированной системы управления технологическими процессами и предприятием.....	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	50

ВВЕДЕНИЕ

ОАО «АВТОВАЗ» в настоящее время – лидер автомобильной промышленности в Российской Федерации и Восточной Европе. Предприятие, по сути, является единственным отечественным заводом, производящим национальные легковые автомобили различных классов (В-класс, внедорожники, легкие коммерческие автомобили). Производственные мощности ОАО «АВТОВАЗ» позволяют выпускать до 1 млн. автомобилей в год. Помимо производственной площадки в г. Тольятти, в состав Группы АВТОВАЗ входит предприятие ООО «ОАГ» (бывшее ОАО «ИжАвто») – с мощностью до 0,35 млн. автомобилей в год.

С 2008 года ОАО «АВТОВАЗ» является участником одного из крупнейших альянсов в мировой автомобильной индустрии – Renault-Nissan. Партнеры ОАО «АВТОВАЗ» – фирмы Nissan (основана в 1933 году) и Renault (основана в 1898 году) имеют объем производства, превышающий 7,5 млн. автомобилей в год на пяти континентах – в Китае, США, Индии, Бразилии и России). Статус участника данного стратегического альянса, позволяет ОАО «АВТОВАЗ» совершенствовать технологии и улучшать качество своих продуктов и процессов.

Предприятие является мультибрендовым производителем и выпускает автомобили 4 брендов: LADA, Renault, Nissan и Datsun. Основной торговой маркой предприятия является LADA.

В соответствии с динамикой производства легковых автомобилей в Российской Федерации, представленной на рисунке 1, в период с 2014 по 2015 года доля ОАО «АВТОВАЗ» в общем объеме производства легковых автомобилей впервые за последние 10 лет увеличилась и по итогам 2015 года составила 29% (352 тыс. шт./год). В соответствии с информацией о загрузке производственных мощностей Российских предприятий, представленной на рисунке 2, производственные мощности ОАО «АВТОВАЗ» по состоянию на сегодняшний день загружены всего на 39%.

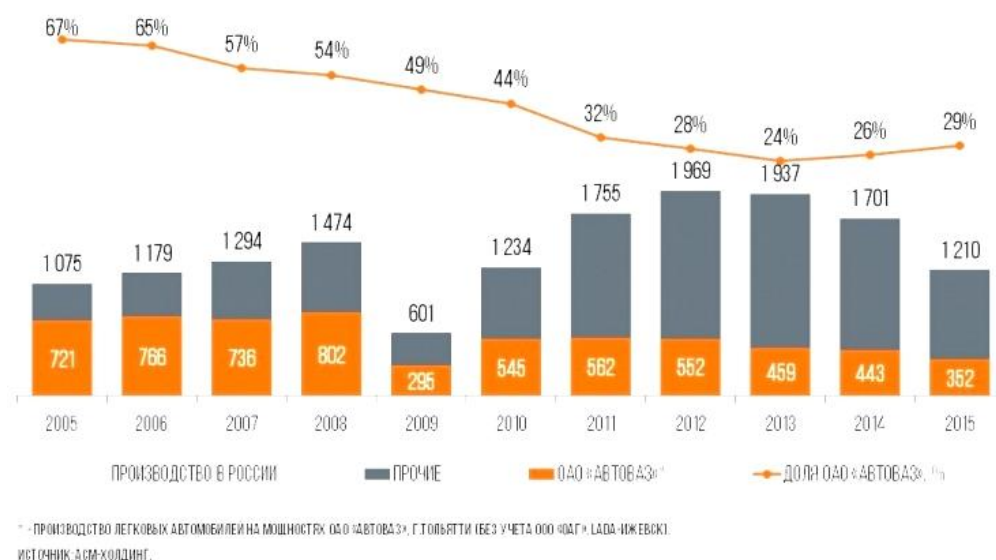


Рисунок 1 – Производство легковых автомобилей в Российской Федерации

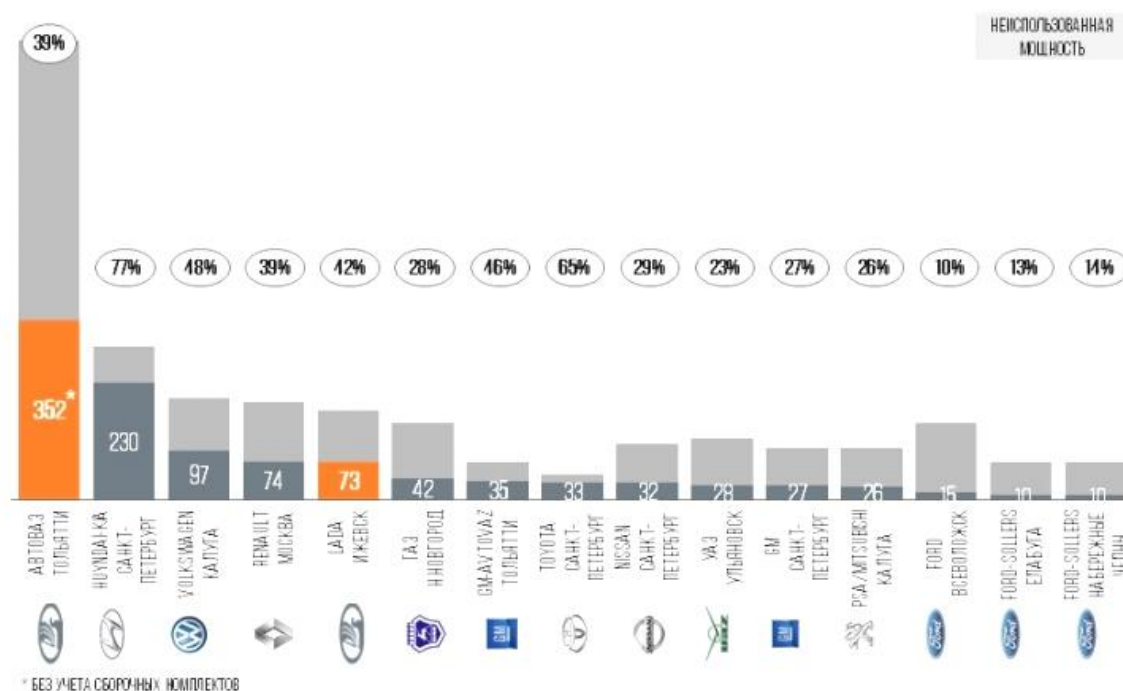


Рисунок 2 – Загрузка производственных мощностей Российских предприятий

В соответствии с публичной отчетностью (годовые отчеты, бухгалтерские отчеты), размещенной на официальном сайте ОАО «АВТОВАЗ», доля затрат предприятия на обеспечение производственной площадки энергоресурсами составляет 5,3 млрд. руб. в год, из которых 62% (3,2 млрд. руб.) – составляют затраты на покупку электрической энергии (мощности). Объем потребления

электрической энергии предприятия на сегодняшний день составляет 1,32 ГВтч/год.

Учитывая отраслевую специфику, затраты ОАО «АВТОВАЗ» на энергоресурсы и системы энергоснабжения производственной площадки составляют 3-6% себестоимости продукции в зависимости от ее вида.

В соответствии с прогнозом социально-экономического развития Российской Федерации на 2016 год и на плановый период 2017 и 2018 годов, в 2015 году показатель среднегодового роста конечных цен на электрическую энергию (мощность) для всех категорий потребителей к предыдущему году составил 6%. По предварительным оценкам экспертов, в 2016 году конечные цены на электрическую энергию (мощность) на розничном рынке вырастут в среднем для всех категорий потребителей в диапазоне 8-9 % в среднем за год, в 2017 году - на 8%, в 2018 году рост цен на электроэнергию понизится до 7%.

Следует отметить, что с целью возможности компенсации затрат по покупаемую для производственных нужд предприятия электрическую энергию (мощность) и содержание электросетевого оборудования за счет тарифных источников, ОАО «АВТОВАЗ» совмещает в себе статус не только крупнейшего потребителя электрической энергии (мощности) Самарской области (в соответствии с отчетом о функционировании Единой энергетической системы в 2015 году – составляет 6% совокупного потребления электроэнергии в энергосистеме Самарской области), но и статус регулируемой территориальной сетевой организации, оказывающей абонентам услуги по передаче электрической энергии и комплексные услуги по технологическому присоединению энергопринимающих устройств заявителей к своим электрическим сетям.

Взаимоотношения между субъектами розничного рынка электрической энергии регламентируются действующей отраслевой нормативно-правовой базой Российской Федерации и зависят от тарифно-договорной модели отношений, ежегодно утверждаемой органом исполнительной власти в области регулирования тарифов на территории соответствующего Субъекта Российской

Федерации (на территории Самарской области – Министерство энергетики и жилищно-коммунального хозяйства Самарской области).

Для ОАО «АВТОВАЗ», как и для большинства промышленных предприятий Российской Федерации, наиболее типичными ключевыми проблемами, влияющими на качество, надежность и бесперебойность электроснабжения производства, являются:

- существенный износ первичного электрооборудования предприятия;
- высокая повреждаемость оборудования предприятия при коротких замыканиях (несовершенство релейной защиты, существенный износ основного электрооборудования предприятия);
- существенный износ кабельного хозяйства предприятия (однофазные замыкания, переход из однофазных в междуфазные и многоточечные замыкания);
- высокая трудоемкость эксплуатации систем релейной защиты и автоматики (необходимость наличия специализированного персонала);
- аварийное отключение цехов и производств предприятия вследствие возникновения дефицита мощности при авариях на шинах или вводах РП или цеховых ТП;
- отсутствие объективной, независимой и достаточной информации об аварийных процессах и показателях износа электрооборудования предприятия, (неправильные или неполные выводы о причинах и методах устранения повреждений);
- отсутствие на предприятии современных автоматизированных систем технического учета потребляемой электрической энергии (мощности), автоматизированной системы оперативного управления производством и (или) распределением электрической энергии (невозможность точного и оперативного планирования холодного и горячего резерва мощности, нерациональный расход электрической энергии (мощности) на предприятии, отсутствие возможности централизованного управления электрооборудованием предприятия).

Очевидно, что будущее ОАО «АВТОВАЗ» как крупного потребителя энергоресурсов, связано с необходимостью жесткого контроля над потребляемыми энергоресурсами, ограничением и снижением их доли в себестоимости производимой продукции, повышением эффективности использования существующей распределительной электрической сети предприятия, повышением надежности и обеспечением бесперебойности электроснабжения его основной производственной площадки.

Между тем, ОАО «АВТОВАЗ» как субъекту естественной монополии, также необходимо соблюдать ряд требований, предъявляемых к работе территориальных сетевых организаций (с целью сохранения данного статуса): соблюдение показателей средней продолжительности прекращений передачи электрической энергии, уровня качества осуществляемого технологического присоединения, уровня качества обслуживания потребителей услуг территориальными сетевыми организациями; разработка и реализация инвестиционных программ и программ энергосбережения, реализация мероприятий, направленных на снижение коммерческих потерь и др.

Решение вышеперечисленных задач необходимо связывать с энергосбережением и внедрением новых прогрессивных технологий управления на предприятии.

Целью данной выпускной квалификационной работы является анализ существующих технических решений в сфере повышения эффективности производственных и оптимизации технологических процессов, обеспечения автоматизированной подготовки исходных данных для информационной системы планирования и контроля за распределением и потреблением электрической энергии (мощности) промышленных предприятий, а также моделирование нового интегрированного решения в сфере коммерческой диспетчеризации потребления электрической энергии (мощности) для нужд ОАО «АВТОВАЗ» в условиях работы на розничном рынке электрической энергии (мощности).

1 Анализ системы электроснабжения предприятия

1.1 Анализ системы внешнего электроснабжения предприятия

Электроснабжение производственной площадки ОАО «АВТОВАЗ» осуществляется через ГПП напряжением 110/10/10 кВ и 110/10 кВ: ГПП-1, ГПП-2, ГПП-3, ГПП-4, ГПП-6 и ГПП-5, ГПП-8 соответственно.

Суммарная установленная мощность ГПП составляет 943,5 МВА. Информация об установленной мощности по ГПП ОАО «АВТОВАЗ» представлена в таблице 1.

Питание ГПП осуществляется по кабельным линиям (КЛ) 110 кВ от ОРУ 110 кВ ТЭЦ ВАЗа, воздушной линии (ВЛ) 110 кВ от ЗРУ 110 кВ Тольяттинской ТЭЦ Самарского филиала ОАО «Волжская ТГК» (КЭС Холдинг), ВЛ 110 кВ «ВДН-2» и «ПГС» (ООО «АВК»). Информация о КЛ и ВЛ 110 кВ, находящихся на балансе предприятия, представлена в таблице 2.

Граница балансовой принадлежности электрических сетей установлена: для сечения ОРУ 110 кВ ТЭЦ ВАЗа – КЛ 110 кВ ОАО «АВТОВАЗ» – в месте присоединения аппаратного зажима спуска 110 кВ к выводу концевой муфты кабеля 110 кВ; для сечения ЗРУ 110 кВ Тольяттинской ТЭЦ – ВЛ 110 кВ ОАО «АВТОВАЗ» – на контактах присоединения шлейфов ЛЭП к линейным вводам ЗРУ 110 кВ Тольяттинской ТЭЦ; для сечений ВЛ 110 кВ «ВДН-2» – ГПП-6 1Т и ГПП-8 2Т ОАО «АВТОВАЗ», ВЛ 110 кВ «ПГС» – ГПП-8 1Т ОАО «АВТОВАЗ» – на натяжных зажимах оттяжных гирлянд линейного портала ОРУ 110 кВ ГПП по проводу и грозотросу в сторону ВЛ.

К электрическим сетям ОАО «АВТОВАЗ» опосредованно присоединены субабоненты и смежные субъекты розничного рынка электрической энергии, наиболее крупными из которых являются ОАО «ТольяттиАзот» (ГПП-3 110/6 кВ «ТоАЗ»), ЗАО «Энергетика и связь строительства» (ПС 110/35/6 кВ «Стройбаза», ПС 110/35/6 кВ «ВАЗ-Строительная»), ООО «ВМЗ» (ТП-1, ТП-2, ТП-3, ТП-4, ТП-5, ТП-6, ТП-7, ТП-8, ТП-10, ТП-11, ТП-12 10/0,4 кВ), ЗАО «Джи Эм-АВТОВАЗ» (РП 10 кВ).

Таблица 1 – Установленная мощность по ГПП ОАО «АВТОВАЗ»

Диспетчерское наименование объекта	Установленная мощность трансформатора, МВА	Количество трансформаторов, шт.	Суммарная установленная мощность, МВА
ГПП-1	63	3	189
ГПП-2	63	3	189
ГПП-3	63	3	189
ГПП-4	63	2	126
ГПП-5	31,5	1	31,5
ГПП-6	63	3	189
ГПП-8	15	2	30

Таблица 2 – Информация о КЛ и ВЛ 110 кВ ОАО «АВТОВАЗ»

Диспетчерское наименование	Протяженность, км	Марка, сечение
КЛ 110 кВ «ВАЗ-11»	1,9	МНАШВ 1х150
КЛ 110 кВ «ВАЗ-12»	1,9	МНСВ 1х150
КЛ 110 кВ «ВАЗ-13»	2	МНСВ 1х150
КЛ 110 кВ «ВАЗ-21»	2,3	МНСВ 1х150
КЛ 110 кВ «ВАЗ-22»	2,3	МНСВ 1х150
КЛ 110 кВ «ВАЗ-23»	2,4	МНСВ 1х150
КЛ 110 кВ «ВАЗ-31»	1,5	МНАШВ 1х150
КЛ 110 кВ «ВАЗ-32»	1,4	МНС 1х150
КЛ 110 кВ «ВАЗ-33»	1,5	МНС 1х150
КЛ 110 кВ «ВАЗ-42»	2	МНС 1х150
КЛ 110 кВ «ВАЗ-43»	2	МНС 1х150
КЛ 110 кВ «ВАЗ-62»	3,6	МНАгШВ 1х400
КЛ 110 кВ «ВАЗ-63»	4	МНАгШВ 1х400
ВЛ 110 кВ «Стройбаза»	25,1	АС-150

1.2 Анализ системы внутреннего электроснабжения предприятия

ГПП-1 питает потребителей в западной зоне предприятия, 1/3 главного корпуса, артезианскую скважину и потребителей.

ГПП-2 питает потребителей 2/3 главного корпуса и прилегающих вспомогательных корпусов.

ГПП-3 и ГПП-4 питают комплекс металлургического производства и объекты, расположенные в восточной зоне предприятия.

ГПП-6 питает механосборочное производство, производство пластмассовых изделий, производственную площадку ЗАО «Джи Эм-АВТОВАЗ» (РП 10 кВ).

ГПП-5 питает главный корпус, объекты прессового, металлургического, сборочно-кузовного и энергетического производств, а также, в случае аварийного перерыва электроснабжения со стороны ОРУ 110 кВ ТЭЦ ВАЗа, аварийное освещение и вентиляцию.

ГПП-8 питает производственную площадку ООО «ВМЗ», объектов вспомогательных производств.

Распределение электрической энергии до конечных потребителей осуществляется через 322 ТП 10/0,4 кВ, расположенных на основной производственной площадке предприятия, и 27 ТП 10/0,4 кВ, расположенных на площадках «А» и «Б», находящихся за ее периметром.

Питание ТП осуществляется по КЛ 10 кВ от 27 РП 10 кВ или напрямую от сборных шин (СШ) 10 кВ ГПП. Протяженность питающих КЛ 10 кВ составляет ориентировочно 500 км, КЛ 0,4 кВ – 640 км соответственно.

Питание цеховых ТП 10/0,4 кВ мощностью 2500, 1600, 1000 кВА выполнено по магистральным схемам, с односторонним питанием, и включением в магистраль нескольких трансформаторов разных ТП, реже одного.

Питание наружных установок и вспомогательных объектов предприятия осуществляется от ТП 10/0,4 мощностью 630, 400 и 250 кВА.

2 Анализ интегрированных на предприятии систем коммерческого и технического учета электрической энергии (мощности), диспетчеризации и телеизмерений

2.1 Анализ интегрированных на предприятии систем коммерческого и технического учета электрической энергии (мощности)

На ОАО «АВТОВАЗ» интегрирована система АИИС КУЭ – представляющая собой иерархическую систему, техническое устройство, которое функционально объединяет совокупность измерительно-информационных комплексов точек измерений, информационно-вычислительных комплексов электроустановок, информационно-вычислительного комплекса и системы обеспечения единого времени, выполняющего функции проведения измерений, сбора, обработки и хранения результатов измерений, информации о состоянии объектов и средств измерений, а также передачи в автоматизированном режиме полученной информации в интегрированную автоматизированную систему управления коммерческим и техническим учетом на оптовом и розничном рынке электрической энергии (мощности) с целью определения величины учетных показателей, используемых в финансовых расчетах на оптовом и розничном рынке электрической энергии.

Эволюция развития системы АИИС КУЭ ОАО «АВТОВАЗ» представлена на рисунке 3.

I века - АСТУЭ (в составе АСУЭ) на базе ТМК «Гранит».

Сдана в эксплуатацию в 1983 году. Реализована в составе автоматизированной системы управления электрохозяйством (АСУЭ) ОАО «АВТОВАЗ» на базе ТМК ТМ-310 и вычислительных машин СМ-1, СМ-2; модернизация в 1994 году – замена ТМ-310, СМ-1, СМ-2 на ТМК «Гранит» и персональные компьютеры; ПО разработано и внедрено ДИС ОАО «АВТОВАЗ»; включает в себя 492 ИИК.

Эволюция

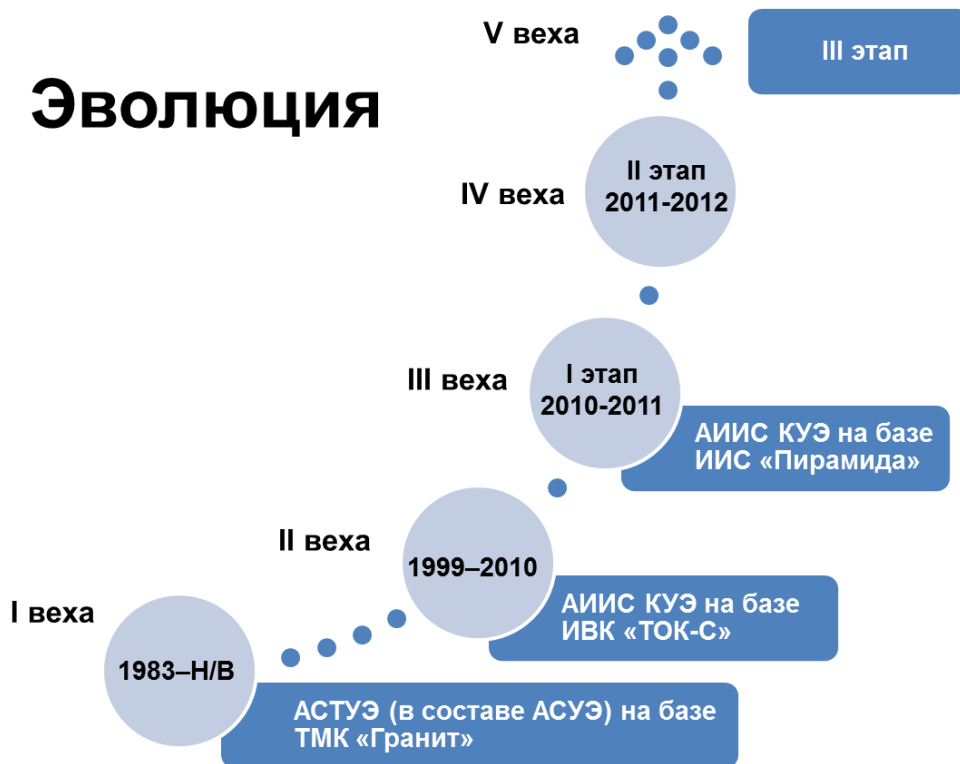


Рисунок 3 – Эволюция развития системы АИИС КУЭ ОАО «АВТОВАЗ»

Функциями системы являлось: контроль потребления электрической энергии; прогнозирование нагрузки; управление нагрузками в часы максимума; контроль соблюдения лимитов потребления; учет реактивной электрической энергии; ведение архивов событий.

II веха - АИИС КУЭ на базе ИВК «ТОК-С».

Сдана в эксплуатацию в 1999 году. Состоит из центрального УСПД и периферийных устройств сбора. Связь между центральным УСПД и периферийными устройствами сбора (УС-16) реализована выделенными линиями связи. Включает в себя 119 ИИК.

Функциями системы являлось: сбор данных и передача в центральный УСПД каждые 3 мин.; формирование энергетического баланса по потреблению электрической энергии предприятием; формирование отчетов; ведение архивов событий.

III веха - АИИС КУЭ на базе ИИС «Пирамида».

Сдана в эксплуатацию в 2010 году. Получен акт соответствия №10-11-78 требованиям оптового и розничного рынка электрической энергии (мощности).

Целью создания являлось: проектирование и введение в действие новой АИИС КУЭ на базе ИИС «Пирамида» (ЗАО ИТФ «Системы и Технологии»), соответствующей требованиям, регламентирующим организацию коммерческого учета и принципы технической организации АИИС КУЭ для субъектов оптового и розничного рынка электрической энергии (мощности).

IV века – II этап модернизации. Структура.

Сдана в эксплуатацию в 2012 году. Результат модернизации является: 28 % ИИК АИИС КУЭ (расположенных на ОРУ 110 кВ ТЭЦ ВАЗа и ЗРУ 110 кВ Тольяттинская ТЭЦ) являются коммерческими, участвуют в расчетах со смежными субъектами в рамках заключенных договоров энергоснабжения и оказания услуг по передаче электрической энергии; возможность интеграции данных АИИС смежных субъектов об объеме потребления электрической энергии в БД АИИС ОАО «АВТОВАЗ»; возможность контроля данных коммерческого учета на непротиворечивость и целостность; возможность определения объема потребления электрической энергии предприятием по всем точкам поставки с интервалом в 30 минут; возможность формирования документов, соответствующих формату и регламенту предоставления результатов измерений по точкам измерений, группам точек поставки при работе на оптовом и розничном рынке электрической энергии (мощности). Структура системы АИИС КУЭ ОАО «АВТОВАЗ» представлена на рисунке 4.

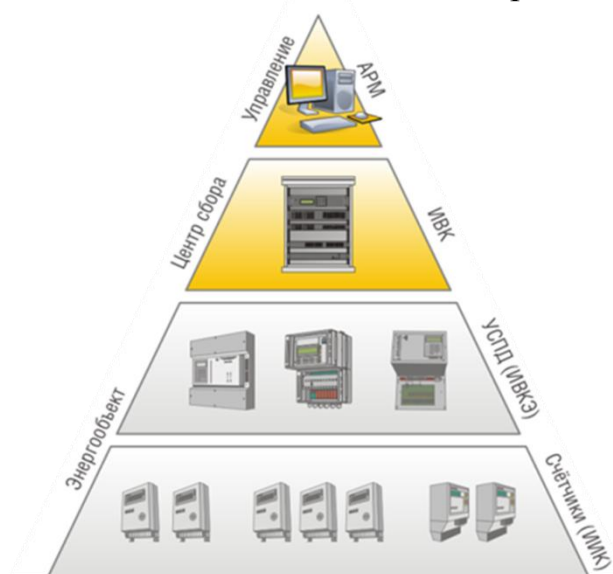


Рисунок 4 – Структура системы АИИС КУЭ ОАО «АВТОВАЗ».

V века – III этап модернизации.

В рамках исполнения III этапа модернизации планируется работа по оснащению производственных площадок ОАО «АВТОВАЗ» компонентами АИИС в целях реализации современного технического учета электрической энергии (мощности). Задача: анализ эффективности потребления электрической энергии с учетом технологического процесса, контроль в реальном времени за реальной нагрузкой отдельных производств и предприятия в целом с последующей оптимизацией режимов их работы.

На текущий момент технический учет электрической энергии (мощности) на предприятии отсутствует. Определение объема потребления электрической энергии (мощности) структурными единицами предприятия осуществляется посредством распределения общего объема потребления электрической энергии ОАО «АВТОВАЗ» по приборам АИИС КУЭ, пропорционально установленной мощности находящегося на территории каждой структурной единицы предприятия оборудования.

В отношении действующей АИИС КУЭ ОАО «АВТОВАЗ»: получено свидетельство о ее поверке сроком до 17.05.2017; свидетельство №50953 RU.E.34.010.A от 11.06.2013 об утверждении типа средств измерений АИИС КУЭ ОАО «АВТОВАЗ» и его описание; разработана, утверждена и аттестована методика (методов) измерений количества электрической энергии и мощности (МВИ) с использованием АИИС КУЭ ОАО «АВТОВАЗ» и измерительных комплексов в малых точках поставки – свидетельство №38-01.00203-2013 от 29.04.2013.

Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений, в соответствии с положениями частей 3 и 4 статьи 1 ФЗ от 26.06.2008 N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений», распространяется на измерения, к которым установлены обязательные требования, и измерения, предусмотренные законодательством Российской Федерации о техническом регулировании.

В соответствие с частью 25 статьи 2 ФЗ от 26.06.2008 N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений», АИИС КУЭ ОАО «АВТОВАЗ» как тип средств измерения – совокупность средств измерений (приборов учета, измерительных трансформаторов тока, напряжения и др.), предназначенных для измерений одних и тех же величин (активной и реактивной электрической энергии, мощности и др.), выраженных в одних и тех же единицах величин (кВтч, кВарч и др.), основанных на одном и том же принципе действия, имеющих одинаковую конструкцию и изготовленных по одной и той же технической документации.

Руководствуясь частью 1 статьи 9 ФЗ от 26.06.2008 N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений», в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений к применению допускаются средства измерений утвержденного типа, прошедшие поверку в соответствии с положениями настоящего Федерального закона, а также обеспечивающие соблюдение установленных законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений обязательных требований, включая обязательные метрологические требования к измерениям, обязательные метрологические и технические требования к средствам измерений, и установленных законодательством Российской Федерации о техническом регулировании обязательных требований.

Исходя из положений части 1 статьи 5 данного ФЗ, измерения, относящиеся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, должны выполняться по первичным референтным методикам (методам) измерений, референтным методикам (методам) измерений и другим аттестованным методикам (методам) измерений, за исключением методик (методов) измерений, предназначенных для выполнения прямых измерений, с применением средств измерений утвержденного типа, прошедших поверку. Результаты измерений должны быть выражены в единицах величин, допущенных к применению в Российской Федерации.

Из положений главы 2 «Средства измерения» (в том числе перечней измерительных компонентов АИИС КУЭ, представленных в таблицах 2, 2.1) и главы 3 «Метод измерений», действующей и обязательной для исполнения аттестованной методики (методов) измерений количества электрической энергии и мощности (МВИ) с использованием АИИС КУЭ ОАО «АВТОВАЗ» и измерительных комплексов в малых точках поставки, следует, что перечень измерительных компонентов АИИС КУЭ ОАО «АВТОВАЗ» осуществляет измерение потребления активной и реактивной электрической энергии за 30-минутные интервалы времени для точек поставки ОАО «АВТОВАЗ».

Для упрощения понимания изложенной методологии определения общего объема потребления электрической энергии и мощности для ОАО «АВТОВАЗ» в соответствии с действующим отраслевым законодательством (по аттестованной МВИ), обратимся к событийной цепочке бизнес-процесса, представленному на рисунке 5.

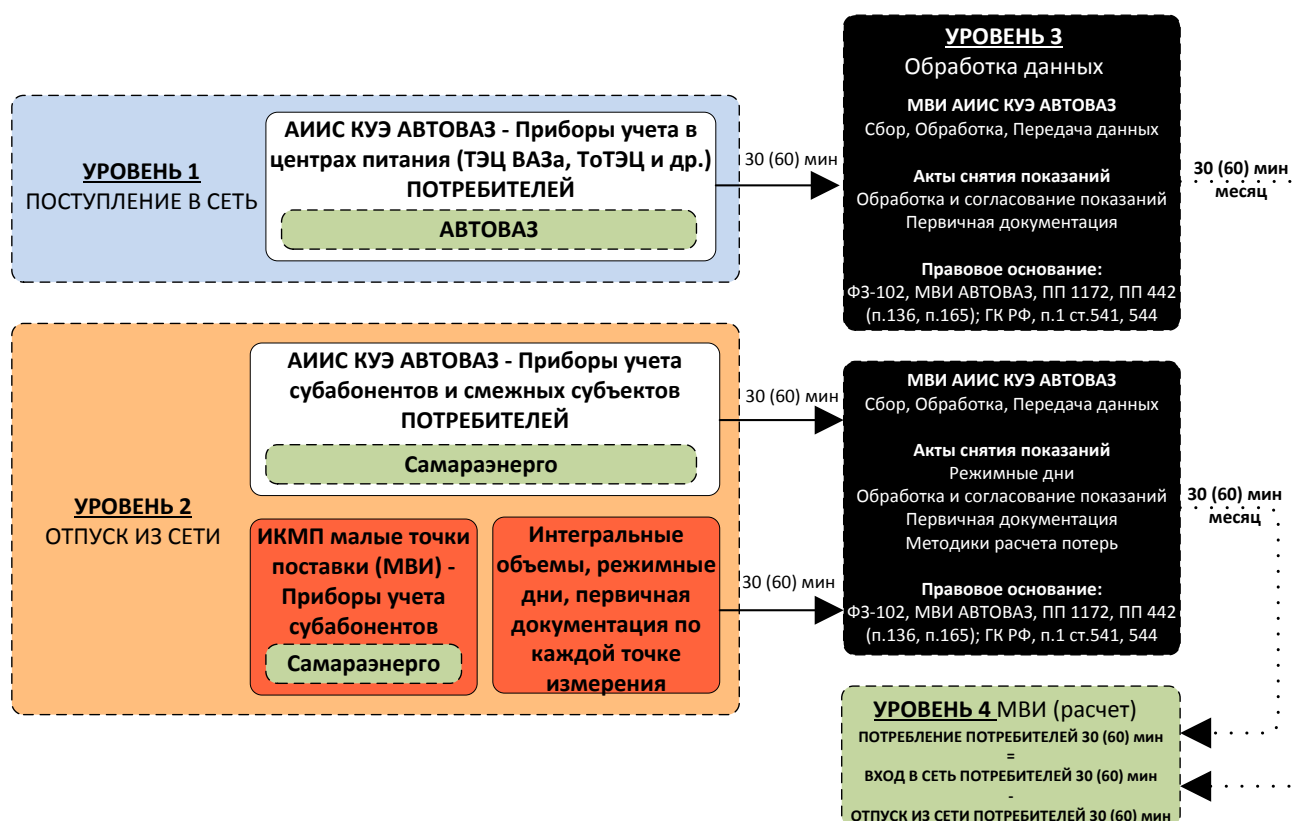


Рисунок 5 – Методология определения по МВИ общего объема потребления электрической энергии (мощности) для нужд ОАО «АВТОВАЗ»

2.2 Анализ интегрированных на предприятии систем диспетчеризации и телеизмерений

В существующую систему диспетчеризации ГПП, РП и частично цеховых ТП входит, только «сухой» контакт аварийного отключения вводного или отходящего фидера. Дистанционное управление и дистанционное снятие параметров электрической сети отсутствует. Система физически и морально устарела.

3 Комплексные решения в области электроснабжения промышленных предприятий

3.1 Автоматика сетей электроснабжения

3.1.1 Определение

Автоматика сетей электроснабжения – это система, предназначенная для управления, контроля и защиты электроэнергетической системы предприятия. Для достижения этих целей необходимо получать информацию от системы в режиме реального времени, обладать мощными локальными и дистанционными программами управления и эффективными средствами защиты от перерывов электроснабжения. Автоматику сетей электроснабжения также называют автоматикой подстанций.

Согласно определению, автоматика сетей электроснабжения состоит из следующих основных компонентов:

- защита от перерывов в электроснабжении;
- управление;
- измерения;
- мониторинг;
- обмен данными.

3.1.2 Защита от перерывов в электроснабжении

Защита от перерывов в электроснабжении является одним из самых важных компонентов любого электрического распределительного щита и служит для защиты оборудования и персонала, а также минимизации ущерба в случае короткого замыкания.

Защита от перерывов в электроснабжении является локальной задачей и должна иметь возможность в случае необходимости функционировать независимо от автоматики сети электроснабжения, хотя обычно она является ее неотъемлемой частью. Функциями защиты от перерывов в электроснабжении не следует пренебрегать, и их не следует ограничивать ни в одной системе автоматики электроэнергетической системы.

3.1.3 Управление

Управление может быть как локальным, так и дистанционным. Локальное управление включает действия, которые контрольное устройство может логически выполнить само, например, запирающие отсеков, последовательность переключения и синхронизация проверок. Вмешательство человека ограничено, и риск человеческой ошибки значительно снижен.

Локальное управление должно также продолжать функционировать даже без поддержки остальной автоматики электроэнергетической системы.

Дистанционное управление подстанции осуществляется дистанционно с Центрального диспетчерского управления (ЦДУ) системы SCADA (системы диспетчерского управления и сбора данных). Команды могут поступать напрямую на дистанционно управляемые приборы, например команда «замкнуть (или разомкнуть) выключатель». С помощью станции SCADA можно поменять уставки реле или отправить запрос на получение какой-либо информации. Благодаря этому нет необходимости посылать персонал на подстанцию для осуществления операций переключения, и сами операции переключения занимают намного меньше времени, что очень важно в критических ситуациях.

Для персонала создаются безопасные условия труда, предотвращаются также колоссальные убытки. Кроме того, оператор или инженер терминала SCADA имеет полное представление о том, что происходит в системе электроснабжения предприятия, что помогает принимать более верные решения.

3.1.4 Измерения

Огромное количество информации о работе подстанции и распределительного щита в режиме реального времени собирается и обычно отображается на мониторах в центральной диспетчерской и/или хранится в центральной базе данных.

Измерения включают в себя:

- измерения электрических величин (включая снятие показаний) – силы тока, электрического напряжения, мощности, коэффициента мощности, гармоники и др.;
- другие аналоговые измерения, например, температуры трансформатора и мотора;
- регистрацию нарушения нормального режима для проведения анализа коротких замыканий.

Благодаря этому нет необходимости посылать персонал на подстанцию для сбора информации, что опять же создает более безопасны условия труда и уменьшает объем работы персонала. Огромное количество информации, собранной в режиме реального времени, может быть чрезвычайно полезным для проведения анализа работы сети, например, анализа перераспределения нагрузки, а также для планирования и предотвращения крупных нарушений в систем электроснабжения.

3.1.5 Мониторинг

Регистрация последовательности событий, мониторинг статуса и состояния, включая информацию по техническому обслуживанию, настройке реле и др. можно использовать для анализа коротких замыканий и для того, чтобы определить что случилось, когда и в какой последовательности (место, время и последовательность короткого замыкания). Это можно эффективно использовать для увеличения производительности системы электроснабжения и для защиты. Информация, полученная путем мониторинга состояния, может быть использована для проведения планово-предупредительных ремонтных работ.

3.1.6 Обмен данными

Обмен данными составляет основу любой системы автоматики электроэнергетической системы и фактически является связующим началом, удерживающим систему в виде единого целого. Без обмена информацией функции защиты от перерывов в электроснабжении и локального управления

будут по-прежнему выполняться, но автоматика электроэнергетической системы не сможет функционировать.

3.2 Структура автоматики сетей электроснабжения

На сегодняшний день существуют разные структурные схемы для установки компонентов автоматики электроэнергетических сетей. Наиболее современные системы развиваются в направлении единой основной структуры. Эта структура показана на рисунке 6.

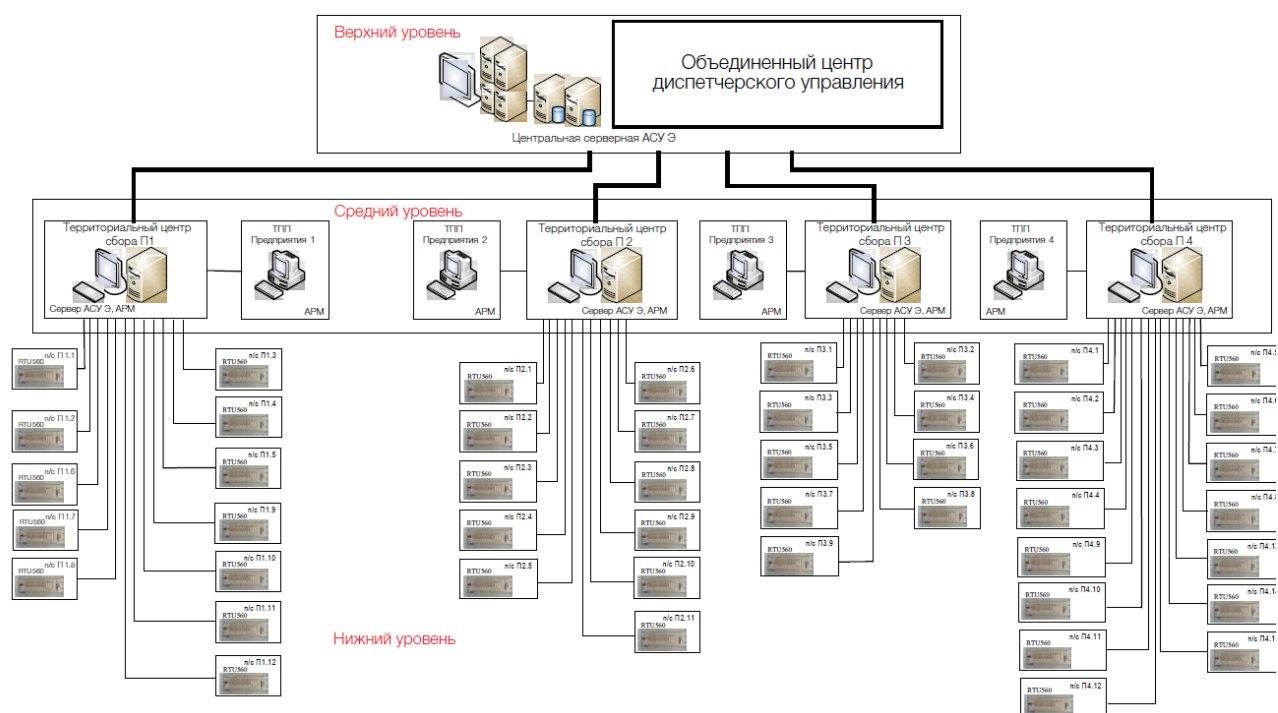


Рисунок 6 – Основная структура автоматики электроэнергетической сети

3.2.1 Объектный сектор

Объектный сектор автоматики сетей электроснабжения состоит из интеллектуальных электронных устройств (ИЭУ), современных микропроцессорных реле третьего поколения и/или удаленных терминалов (RTU). Они получают как аналоговые входные сигналы с трансформаторов тока, с трансформаторов напряжения и с преобразователей в различных распределительных щитах, так и цифровые данные от вспомогательных контактов, других полевых устройств или ИЭУ, или ЦДУ SCADA.

Они могут осуществлять сложные логические и математические вычисления, предоставлять вывод данных или на главный центр SCADA, другие полевые устройства, или ИЭУ, или же обратно на распределительный щит для выполнения каких-либо команд, например, команды «открыть прерыватель».

Объектный сектор автоматизации сетей электроснабжения состоит из двух уровней – уровня процесса (полевая информация с трансформаторов тока, трансформаторов напряжения и др.) и уровня отсека (локальный интеллект в виде ИЭУ, RTU и др.).

3.2.2 Сеть связи

Сеть связи фактически является нервной системой автоматизации электроэнергетической сети. Задача сети связи – обеспечить быструю, эффективную и безошибочную передачу исходных данных, обработанной информации и команд между различными полевыми устройствами, ИЭУ и системой SCADA. Физической средой в современных сетях преимущественно является оптоволоконный кабель, хотя между различными устройствами подстанции можно все еще встретить проводную связь.

Сеть связи должна быть «интеллектуальной» подсистемой, способной самостоятельно выполнять требуемые функции, а не просто сплетением оптоволоконной и медной проволоки.

Сеть связи служит интерфейсом между уровнем отсека и уровнем станции SCADA, будь то главный узел SCADA, расположенный на самой подстанции, или удаленно, в центральной диспетчерской.

3.2.3 Главная станция SCADA

Главные станции SCADA (системы контроля, управления и сбора данных) формируют виртуальный мозг автоматизации сетей электроснабжения. Главный узел SCADA получает данные и информацию от полевых устройств, решает, что с ними делать, хранит их (в неизменном виде или после какой-либо обработки) и отправляет запросы и/или команды на удаленные устройства. Таким образом, главный узел SCADA эффективно контролирует всю систему

автоматики электроэнергетической сети. В наше время главный узел SCADA состоит просто из мощного надежного ПК или рабочей станции (с необходимой периферией и вспомогательной аппаратурой) и программного обеспечения SCADA.

Главная станция SCADA может быть установлена на каждой подстанции сети электропередачи (уровень станции), в этом случае все узлы SCADA этих подстанций сформируют часть локальной или глобальной сети (уровень сети); или одна главная станция SCADA может напрямую управлять несколькими подстанциями, исключив уровень станции.

Исходя из вышесказанного, можно прийти к выводу, что автоматика сетей электроснабжения не сходна с автоматикой процессов подстанции, а на самом деле является отдельной концепцией.

3.3 Удаленный доступ к подстанции и локальный интеллект

Современная концепция удаленного доступа к подстанции, включающая дистанционное управление и слежение за работой станции из центральной диспетчерской, сложилась благодаря использованию технологий различных отраслей промышленности, обладающих разными целями, подходами и стратегиями. По этой причине сегодня существуют различные структурные схемы автоматики систем электроснабжения.

3.3.1 Удаленный терминал

Удаленный терминал (RTU) создавался для использования в качестве интерфейса и части системы связи между полевыми приборами и главной подстанцией SCADA. Первые RTU могли только переводить информацию, полученную с полевых приборов, на язык системы SCADA и пересылать информацию, а также осуществлять те же действия в обратном направлении. Удаленные терминалы по своей природе являются очень дорогим оборудованием, поэтому экономически обоснованным является только их использование на передающих подстанциях, на которых размер потенциальных потерь дохода намного превышает их стоимость.

3.3.2 Программируемый логистический контроллер

Программируемый логистический контроллер (ПЛК) был разработан специально для автоматизации процессов. Однако его эксплуатационная адаптируемость, легкость использования и относительно низкая цена по сравнению с RTU привели к его использованию на многих промышленных подстанциях.

Главным недостатком использования ПЛК на подстанциях является присущая им слабость в обмене данными с реле. Однако некоторые производители пошли именно этим путем, создавая системы автоматики сетей электроснабжения, основывающейся на ПЛК, с улучшенными свойствами обмена данными между реле и ПЛК.

Некоторые производители продублировали логическую функциональность ПЛК в своих реле, выпуская реле, обладающие дополнительной способностью выполнять логические функции и, соответственно, функцией локального контроля, что дало рождение термину «интеллектуальное реле». Вид ПЛК представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 - Программируемый логистический контроллер

3.3.3 Защитное реле

Реле стали более совершенными и это привело к появлению на рынке широкого выбора устройств, некоторые из которых превосходили другие в плане защиты, сильной стороной других были функции управления, и термин «реле защиты» стал слишком узким для описания всех этих устройств.

электрооборудования на рисунке 8.

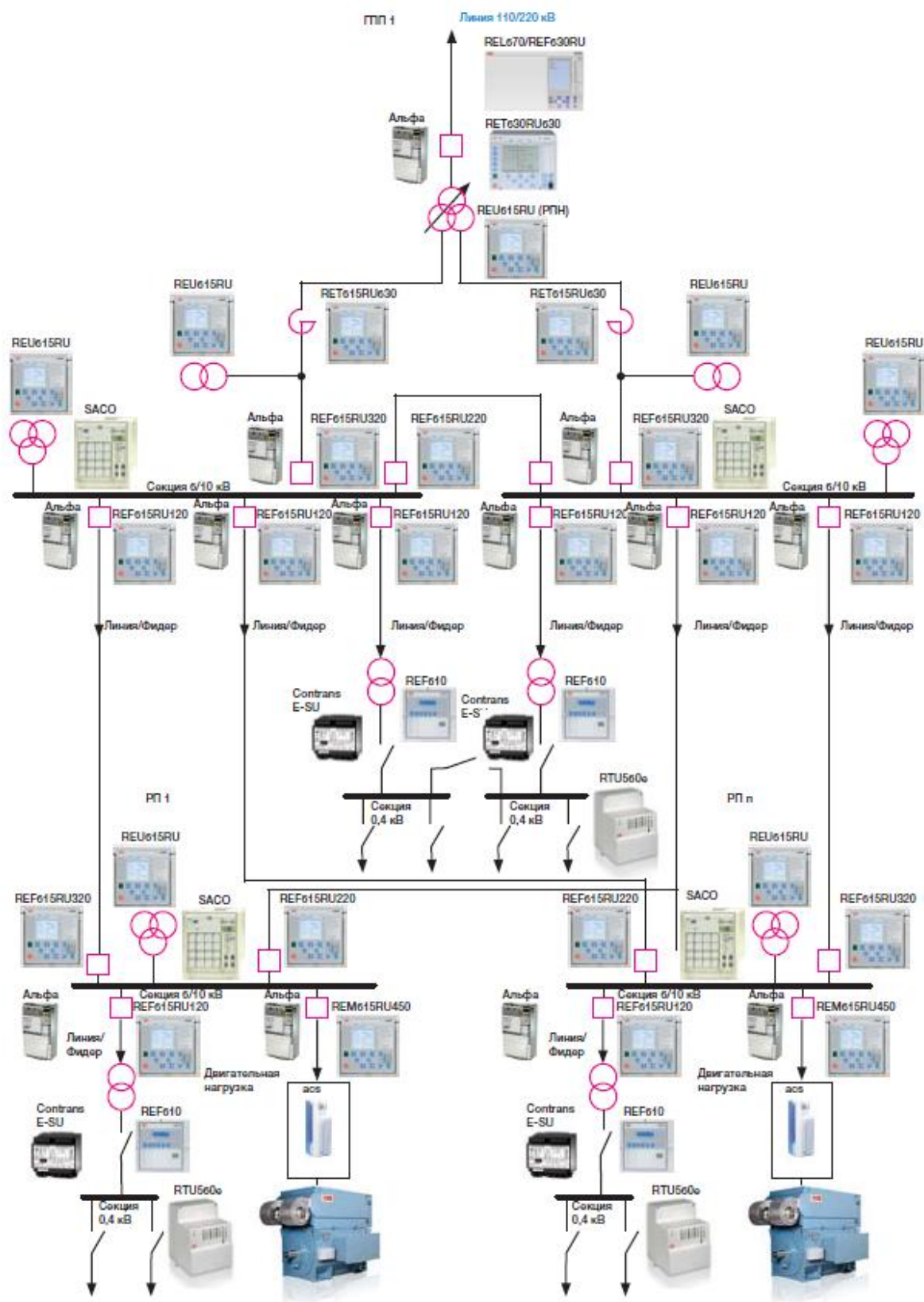


Рисунок 8 – Пример применения терминалов защит и управления для автоматизации системы электроснабжения

3.4 Системы SCADA

Аббревиатура SCADA означает систему диспетчерского управления и сбора данных. Она объединяет функции сбора данных, пересылки данных с помощью физических средств передачи (поле телеметрии/обмен данными), а также обработки и отображения данных главной станцией. Главная станция также используется для централизованного управления коммуникационной сетью и/или для передачи внешних команд (супервизорное наблюдение).

Термин SCADA часто используется в отношении главной станции, включая ее оборудование и ПО. Сначала планировалось что станции SCADA будут обмениваться данными только с удаленными терминалами (RTU), так как главная станция и RTU составляли основу глобальной концепции SCADA. Позднее, с развитием ПО SCADA появилась возможность коммутации с программируемыми логистическими контроллерами (ПЛК), и сегодня существует ПО, позволяющее обмениваться данными практически с любым устройством, способным поддерживать такой обмен.

ПО SCADA, используемое в автоматике систем электроснабжения, имеет различные проектные базы. Некоторые производители систем автоматики используют ПО собственной разработки, написанное специально для их оборудования, в то время как другие компании используют «открытое» ПО SCADA, созданное независимыми разработчиками и, как правило, поддерживающее разнообразные коммуникационные протоколы.

Успешная работа системы SCADA зависит от надежности оборудования, ПО, системы связи и целостности различных компонентов системы. Ниже изложены требования к системе SCADA для ее использования в автоматике сетей электроснабжения.

3.4.1 Требования к главной станции SCADA

Главная станция SCADA, используемая в автоматике сетей электроснабжения, должна выполнять следующие функции:

- отображать в реальном времени данные, полученные от ИЭУ, реле, контроллеров отсека, RTU или ПЛК, соединенных с электроэнергетической системой;
- вести архивные записи о полученной информации и извлекать эти записи по мере необходимости;
- в случае необходимости активизировать сигналы тревоги;
- по требованию предоставлять отчеты о последовательности событий и записи о нарушениях нормального режима;
- обеспечить активный интерфейс с оператором для диспетчерского управления и задания конфигурации ИЭУ и других устройств;
- осуществлять управление обменов данных в сети в зависимости от используемого протокола.

3.4.2 Аппаратная часть

Оборудование главной станции, используемой для автоматизации сетей электроснабжения. Обычно состоит из одного или нескольких настольных ПК или рабочих станций с их обычной периферией и одним или несколькими коммуникационными портами. Надежность оборудования является жизненно важной. Функции электрической защиты не могут зависеть от работоспособности главной станции SCADA или от сети связи. Подобным образом большинство ИЭУ систем автоматизации могут хранить большое количество информации, которое можно снова извлечь в том случае, если связь будет на время потеряна. Однако в случае сбоя оборудования будет невозможно осуществить сбор данных и дистанционное управление. Для системы автоматизации это может иметь ужасные последствия, масштаб которых зависит от значимости энергосистемы.

Стоимость аппаратных решений, используемых для создания главной станции SCADA, является достаточно небольшой составляющей общей стоимости системы автоматизации, но это самый важный компонент всей системы. Хорошей практикой считается использование двух ПК главной станции. ВВ

этом случае первый ПК играет роль «терминала оператора». Второй ПК выступает в роли «инженерного терминала».

Необходимо уделять большое внимание источнику питания ПК. Отказ главного источника питания обычно является следствием возникновения ненормального режима в том или ином месте энергосистемы, и в этом случае система автоматики сетей электроснабжения необходима как никогда. Самым надежным способом будет защита ПК с помощью ИБП (источника бесперебойного питания). ИБП должен обладать возможностью поставлять энергии. В течение нескольких часов, если это необходимо, до восстановления нормального режима работы энергосистемы. Считается хорошей практикой подключать ИБП к двум источникам питания – к обычному источнику питания и к резервному, если он есть. Система SCADA должна постоянно следить за состоянием ИБП и подать ранее предупреждение в случае его неисправности.

3.4.3 Программное обеспечение

Для главных станций SCADA, используемых в автоматике сетей электроснабжения, существуют три программные платформы, а именно:

- ПО операционной системы;
- системное ПО SCADA;
- специализированное ПО SCADA.

3.4.3.1 ПО операционной системы

Для операционной системы должно быть выбрано надежное и стабильное ПО. Необходимо выбрать ту платформу, на которой ПО системы SCADA запускается и функционирует наилучшим образом.

3.4.3.2 Системное ПО SCADA

Системное ПО SCADA обычно входит в стандартный комплект поставки и конфигурируется под определенного пользователя или самим пользователем. Некоторые производители систем автоматики сетей электропередачи используют «открытое» ПО SCADA, поставляемое независимыми разработчиками программного обеспечения SCADA, такими, как Wonderware и Citect.

Некоторые разработчики программного обеспечения SCADA, например шведская компания Telegyr, создают независимое «открытое» ПО специально для использования в автоматике сетей электроснабжения. Как правило, это ПО является наиболее дорогим, так как оно рассчитано на более узкий рынок, но обычно эти затраты оправданны, так как это программное обеспечение разрабатывается и тщательно тестируется с учетом особенностей приложений автоматики сетей электроснабжения.

Другие производители систем автоматики сетей электроснабжения используют ПО SCADA собственной разработки, например, системы MicroSCADA компании ABB, MiCOM компании Altom и др. Это ПО разрабатывалось специально для конкретного оборудования этих производителей и, как правило, является более дорогим, чем «универсальное» ПО SCADA.

Обычно любая система SCADA имеет пять задач, каждая из которых отвечает за свой собственный процесс:

- задача ввода/вывода.

Эта программа является интерфейсом между контрольно-измерительной системой и производственным цехом;

- задача сигнала тревоги.

Эта программа управляет всеми сигнальными устройствами, обнаруживая цифровые сигналы тревоги и сравнивая фактические значения сигналов тревоги с порогом срабатывания сигнальных устройств;

- задача анализа тенденций.

Задача анализа тенденций отвечает за сбор данных для динамического анализа;

- задача отчета.

На основе данных электростанции составляются отчеты. Эти данные могут быть периодическими, инициированными определенными событиями или составленными по запросу оператора.

- задача отображения.

Управление всеми данными, с которыми работает оператор, и выполнение всех команд управления, данных оператором.

Обычно ПО SCADA состоит из четырех главных модулей:

- сбор данных;
- управление;
- архивация/хранение баз данных;
- человеко-машинный интерфейс (ЧМИ).

3.4.3.3 Специализированное ПО SCADA

Специализированное ПО SCADA – это дополнительные пакеты с расширенной функциональностью, устанавливаемые на основное ПО SCADA. Примером этого могут служить программные средства для анализа записей о нарушениях нормального режима, дистанционного изменения защитных уставок и конфигурации реле определенного производителя, программы для составления отчетов и др.

3.4.4 Основные свойства системы SCADA

Ниже приводятся несколько основных свойств, которыми должна обладать любая правильно сконструированная система SCADA и которые также применимы к системам автоматики сетей электроснабжения.

3.4.4.1 Сигналы тревоги

- Архитектура «клиент/сервер».
- Сигналы тревоги с маркировкой времени с точностью до 1 миллисекунды (или выше).
- Единственное представление сети и управление сигналами тревоги.
- Сигналы тревоги поступают всем клиентам.
- Сигналы тревоги отображаются в хронологическом порядке.
- Динамическое определение места страниц сигналов тревоги.
- Задаваемые пользователем форматы и цвета.
- От двух до четырех регулируемых точек срабатывания для каждого аналогового сигнала тревоги.

- Слежение за отклонениями и скоростью изменения аналоговых сигналов тревоги.

- Выборочное отображение сигналов тревоги по категориям (256 категорий).

- Регистрация предыстории сигналов тревоги и аварийных событий.

- Контекстно-зависимая помощь.

- Интерактивное отключение сигнала тревоги и модификация порога чувствительности.

- Сигналы тревоги, инициированные определенным событием.

- Отчеты, инициированные сигналами тревоги.

- Сигнал тревоги может сопровождаться комментариями оператора.

3.4.4.2 Анализ тенденций

- Архитектура «клиент/сервер».

- Точные распечатки графиков.

- Гибкое изменение масштабов графиков.

- Экспорт данных в файлы DBF и CSU.

- Возможность построения диаграмм в координатах.

- Графики, основанные на событиях.

- Всплывающие отображения очередных событий.

- Линии координатной сетки или профили тенденции.

- Графики тенденций за истекший период.

- Многоперьевые графостроители в реальном времени.

- Отображение кратковременных и долгосрочных тенденций.

- продолжительность хранения данных и частота слежения может быть установлена для каждого элемента.

- архивирование данных тенденций за истекший период.

- Интерактивное изменение развертки без потерь данных.

- Интерактивное извлечение архивных данных тенденций за истекший период.

- Могут быть отображены точные значения и время.

- Данные тенденций могут быть графически отображены в реальном времени.

3.4.4.3 Интерфейс ИЭУ

- Включены все необходимые протоколы.
- Поддержка драйверов DDE.
- Возможно взаимодействие с RTU, цифровыми управляющими устройствами, устройствами считывания штрихового кода и другим оборудованием.
- Обладает набором драйверов.
- Использует метод работы по требованию вместо общепринятого метода заданного анализа.
- Оптимизация запросов блоков данных в ИЭУ.
- Рационализация запросов данных пользователей сети.
- Увеличение полосы пропускания каналов связи.
- Возможность добавить дополнительное оборудование, проводя замены или изменения существующего оборудования.
- Ограничен только архитектурой ИЭУ.

3.4.4.4 Доступ к данным

- Прямой доступ к данным в реальном времени любым пользователем сети.
- Доступ к данным в реальном времени приложениям третьей стороны, например, Lotus 123 и Excel.
- Сетевой DDE (динамический обмен данными).
- Совместимость DDE (чтение, запись и исполнение).
- DDE на всех местах подсоединения устройств ввода-вывода.
- Буфер для обмена данными.
- Поддержка драйвера ODBC (интерфейса открытого взаимодействия с базами данных).
- Прямые команды SQL или программы отчетности высокого уровня.

3.5 Системы автоматизированного управления предприятием

В настоящее время наблюдается тенденция перехода от локальных одноуровневых АСУ ТП предприятий к многоуровневым интегрированным системам управления технологическими процессами и предприятием в целом (АСУ ТП основных производств, SCADA (АСУ ЭС), АИИС КУЭ). Интегрированная АСУ (далее ИАСУ) обеспечивает автоматизацию не только отдельных устройств и участков нижнего уровня, но и глобальных вертикально интегрированных систем технологического и административно-хозяйственного управления предприятия.

Ключевой задачей ИАСУ является решение задач не только экономического и производственного управления, но и традиционных прикладных задач управления работой технологических агрегатов и обеспечения безопасности их работы.

На рисунке 9 представлен пример интеграции ИАСУ со смежными АСУ ТП, SCADA и АИИС КУЭ. Данный пример является предпочтительным для крупных и средних предприятий, имеющих достаточно разветвленную систему электроснабжения.

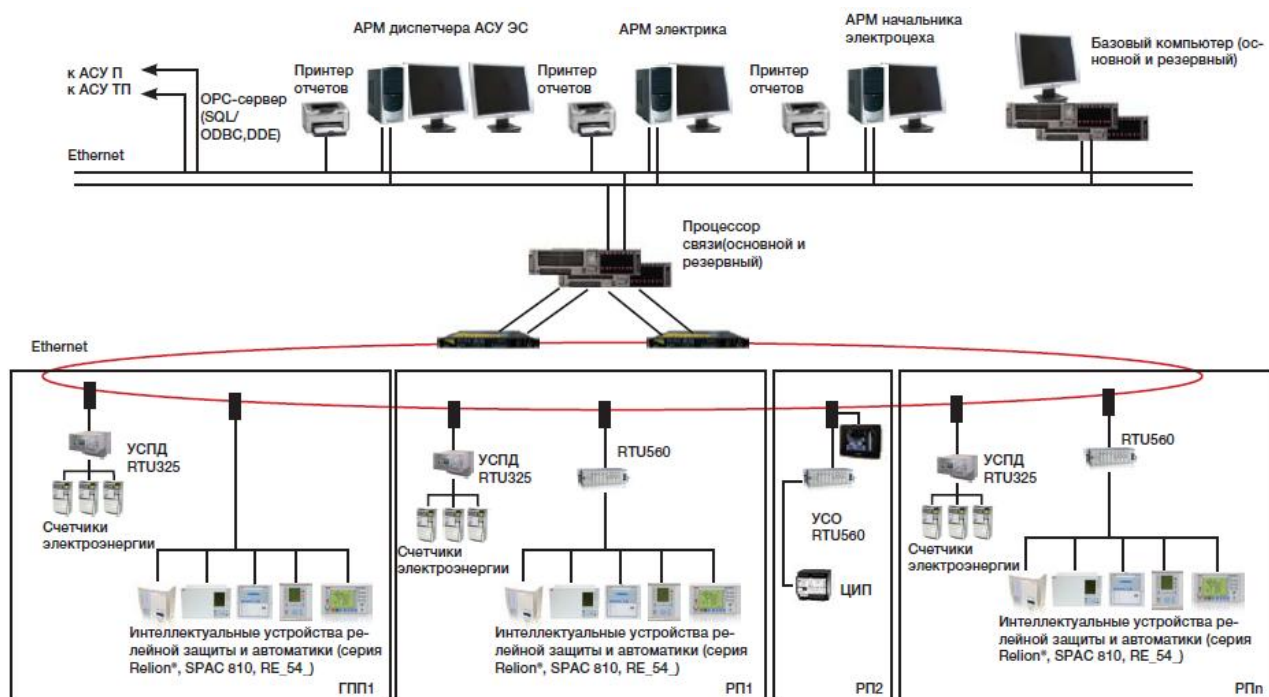


Рисунок 9 - Структура ИАСУ электроснабжения предприятия

3.6 Практические рекомендации при модернизации подстанций

Устаревание оборудования и стремление к снижению затрат является двумя движущими факторами для модернизации электрических подстанций.

Оборудование может стать слишком дорогим в обслуживании, приобретение запчастей может причинять головную боль, а сбой оборудования может привести невосполнимо долгим простоям. Изменение условий и/или производственной стратегии может потребовать использование более современного оборудования.

Способность современных ИЭУ производить самодиагностику и мониторинг состояния значительно снижает необходимость периодического профилактического ремонта и дает раннее предупреждение о потенциальных неисправностях.

Объединение функций ИЭУ позволяет одному устройству заменить набор простых приоров, например, различных реле защиты, устройств записи нарушений нормального режима, измерительных устройств и т.д. Это снижает расходы на технологическое обслуживание подстанции и учитывает потребность в расширенной функциональности.

Поступление исчерпывающей информации в реальном времени в главный центр управления помогает достичь огромного снижения операционных затрат, а также более эффективной работы сети и снижения затрат на персонал.

3.6.1 Основные стратегии

Существуют две стратегии, которым можно следовать, занимаясь модернизацией подстанции:

а) Метод «большого взрыва», т.е. все демонтировать и установить заново. Это может подразумевать в том числе и замену коммутационного оборудования или всех устройств защиты и управления. Подобный подход обеспечивает однородное решение и является менее дорогим по сравнению с методом прогрессирующего изменения, так как при этом нет необходимости

разрабатывать совместные интерфейсы и можно обойтись разовой процедурой ввода в эксплуатацию и тестирования.

Однако метод «большого взрыва» требует больших капиталовложений и требует остановки эксплуатации целой подстанции.

б) Метод прогрессирующего изменения, который имеет два направления:

- функции: защита или управление могут быть заменены по отдельности;
- отсеки: один отсек или ряд отсеков могут быть обновлены, в то время как остальные находятся в неприкосновенности.

Преимущества данного метода включают:

- согласование с годовым планом;
- постоянное усовершенствование, отражающее и требования заказчика, и изменения технологии;
- быструю установку оборудования в каждом отсеке;
- прогрессирующее изменение является наиболее часто выбираемым методом и требует разработки миграционной стратегии, определяющей различные действия, который необходимо предпринимать, чтобы достичь производственных целей.

3.6.2 Ограничения

Основными ограничениями во время модернизации подстанции являются:

- минимизация времени просто. Переустройство одного отсека может повлиять на работу других;
- совместное использование разных поколений оборудования, так как обычно делаются прогрессирующие инвестиции, которые необходимо оптимизировать.

3.6.3 Управление компетенцией

В традиционных системах защита и управление обычно четко разделены. Специалисты в каждой из этих областей принимают решения относительно выбора оборудования, поставщиков, установки и монтажа.

Современные цифровые устройства обладают объединенными свойствами защиты и управления. Дополнительная функциональность подразумевает и более сложные и конфигурацию, и эксплуатационные требования. В такой ситуации стоит обучать инженеров в рамках специализации по определенным видам оборудования.

4 Моделирование нового интегрированного решения в сфере коммерческой диспетчеризации потребления электрической энергии (мощности) для нужд ОАО «АВТОВАЗ» в условиях работы на розничном рынке электрической энергии (мощности)

С целью повышения эффективности производства, оптимизации технологического процесса и обеспечения автоматизированной подготовки исходных данных для информационной системы планирования и контроля за распределением и потреблением электрической энергии (мощности) производств и предприятия в целом, предлагается создать и внедрить на ОАО «АВТОВАЗ» ИАСУ. Структурная схема создаваемой и внедряемой ИАСУ должна быть аналогична схеме представленной на рисунке 9.

Для реализации данной задачи, при интеграции АСУ ТП основных производств, SCADA (АСУ ЭС), АИИС КУЭ на ТП 10/0,4 кВ рекомендуется применить следующие ключевые технические средства, или их аналоги:

- программируемые логические контроллеры семейства Modicon производства Schneider Electric. Использование ПЛК в работе ТП 10/0,4 кВ позволит организовать АВР, преобразование интерфейсов, передачу данных на верхний уровень АСУ ТП и местную панель управления;

- ЖК панель, для диспетчеризации и управления на месте;

- микропроцессорные расцепители для автоматических выключателей 0,4 кВ Micrologic производства Schneider Electric. Использование микропроцессорных расцепителей семейства Micrologic, позволит осуществлять дистанционное и местное управление автоматическими выключателями, а также отображать информацию о их состоянии и готовности к включению, аварийном отключении, текущих показателях параметров электрической сети, статистике срабатывания защит и счетчике коммутаций;

- микропроцессорные блоки релейной защиты и автоматики Sepam производства Schneider Electric. Использование предлагаемого микропроцессорного блока защиты и автоматики позволит осуществлять диспетчеризацию и управление ВН 10 кВ;

- медиаконвертеры IMC-21A-M-SC производства MOXA. Медиаконвертер предназначен для преобразования интерфейса передачи данных 100-Base-T (медная витая пара) в 100 Base-FT (многомодовый оптоволоконный кабель);

- оптические коммутаторы для подключения к магистральной корпоративной ЛВС, производства MOXA типа PT-7528-20MSC-4TX. Резерв портов 20%;

- счетчики Меркурий 230.

Предлагаемая схема реализации АСУ ТП основных производств, SCADA (АСУ ЭС), АИИС КУЭ представлена на рисунке 10.

Следует отметить, что реализация данной задачи потребует выполнение определенных подготовительных мероприятий и изменений в действующую систему ремонтно-обслуживания оборудования.

Предлагаемые изменения:

- в ремонтных цехах производств создать подразделения по обслуживанию и ремонту электрических сетей и оборудования, назначить в производствах главного энергетика (заместителя главного инженера) с возложением на него обязанностей ответственного за электрохозяйство;

- разработать процедуру освидетельствования электрооборудования и сетей по истечению установленного срока нормативно-технической эксплуатации;

- разработать единый регламент требований к энергетическому оборудованию, электрическим сетям, системам диспетчеризации и автоматизации в соответствии с современными требованиями и стандартами;

- привести всю нормативную документацию в соответствие с современными регламентами и требованиями по экологической и противопожарной безопасности, нормами по обслуживанию современных систем автоматики, энергетического оборудования;

- провести уточнение графиков планового предупредительного обслуживания оборудования с учетом его фактического состояния;

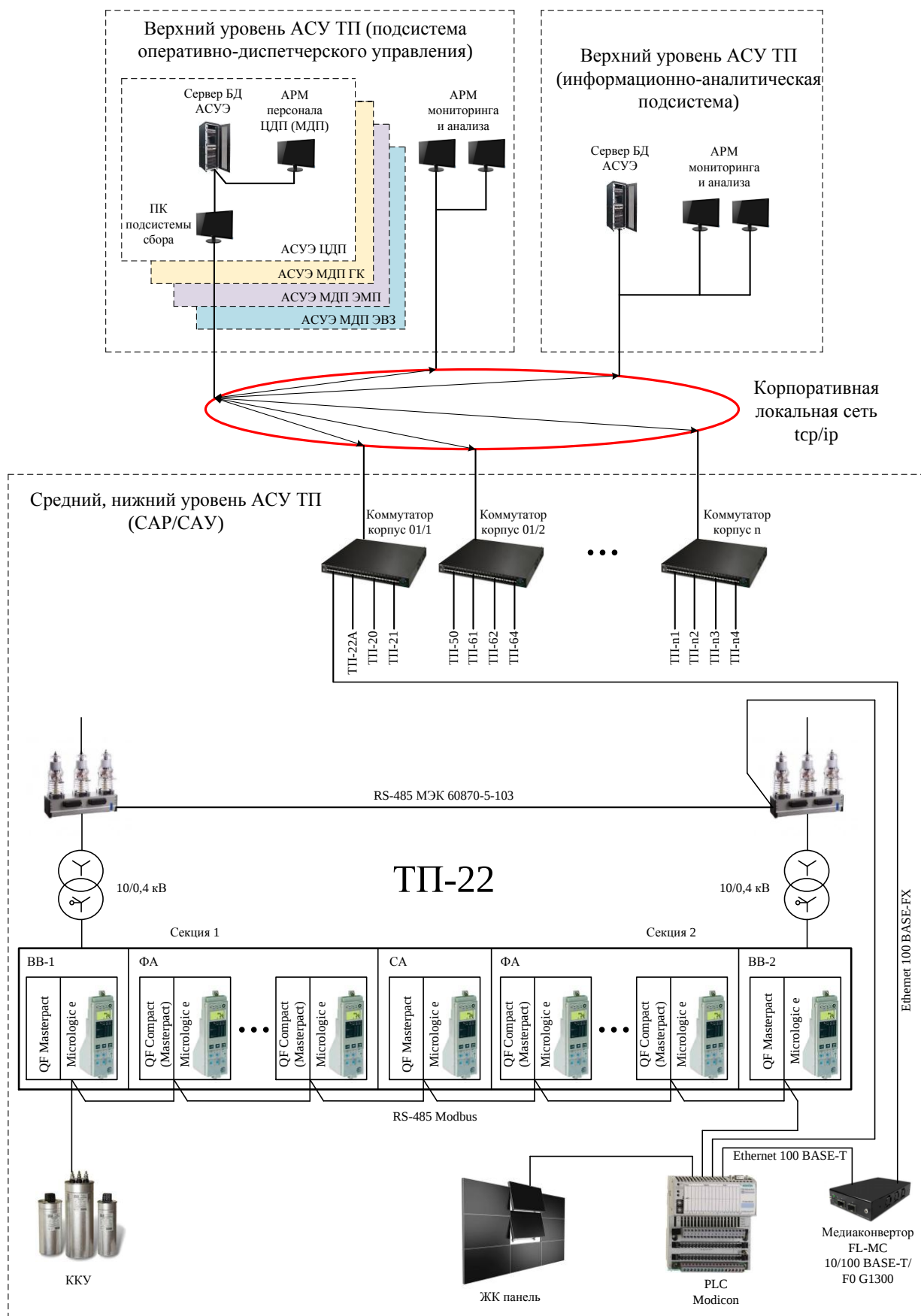


Рисунок 10 – Предлагаемая схема реализации АСУ ТП основных производств, SCADA (АСУ ЭС), АИИС КУЭ

- разработать общий регламент по электроснабжению предприятия и его отдельных производств с определением структуры, ответственности по ремонту, обслуживанию электротехнического оборудования и сетей. Установить права и обязанности всех подразделений в границах обслуживания;
- увеличить объем финансирования на модернизацию энергетического оборудования (предпочтительнее за счет тарифных источников или средств федерального бюджета);
- повысить мотивацию и квалификацию обслуживающего персонала;
- усилить группу РЗиА электротехнической лаборатории, с включением в нее групп по обслуживанию компонентов ИАСУ на всех уровнях системы.

На рисунке 11 представлен пример реализации центрального диспетчерского пункта ИАСУ.



Рисунок 11 - Центральный диспетчерский пункт ИАСУ

5 Расчет экономической эффективности интегрированной системы управления технологическими процессами и предприятием

5.1 Основные показатели экономической эффективности

Создание и внедрение ИАСУ на ОАО «АВТОВАЗ» позволит:

- поддержать и увеличить срок службы электрооборудования, снизить аварийность, уменьшить затраты на ремонт и замену первичного электрооборудования и силовых кабелей (экономия до 10%);
- снизить затраты по покупаемую электрическую энергию (мощность) при расчетах с энергосбытовой компанией за счет снижения потребляемой мощности, увеличения числа часов использования выделенного лимита мощности, снижения удельного показателя потребления электрической энергии (мощности) по цехам, контроля качества потребляемой электрической энергии (мощности) и нивелирования риска применения повышающих коэффициентов со стороны электросетевой компании (экономия до 7%);
- сократить коммерческие потери из-за недоотпуска или производства некачественной продукции (экономия до 15%);
- снизить общее количество необходимого обслуживающего персонала и сэкономить фонд заработной платы (экономия до 10%).

Величина годовой экономии предприятия рассчитывается по формуле (1):

$$\mathcal{E}_{год} = \mathcal{E}_{рем} + \mathcal{E}_{пок\ эм} + \mathcal{E}_{недоотп} + \mathcal{E}_{фот}, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_{год}$ – общая величина годовой экономии предприятия,

$\mathcal{E}_{рем}$ – величина экономии предприятия от поддержания и увеличения срока службы электрооборудования, снижения аварийности, уменьшения затрат на ремонт и замену первичного электрооборудования и силовых кабелей,

$\mathcal{E}_{пок\ эм}$ – величина экономии предприятия от снижения затрат по покупаемую электрическую энергию (мощность) при расчетах с энергосбытовой компанией,

Э недоотп - величина экономии предприятия от сокращения коммерческих потерь из-за недоотпуска или производства некачественной продукции,
Э фот – величина экономии предприятия от экономии фонда оплаты труда.

5.2 Определение величины затрат на интегрирование системы управления технологическими процессами и предприятием

Величина затрат на интегрирование системы управления технологическими процессами и предприятием рассчитывается по формуле (2):

$$З_{интегр} = З_{кап} + З_{аутсорсинг} + З_{экспл} + З_{квалиф}, \text{ млн. руб.} \quad (2)$$

где *З интегр* – общая величина затрат на интегрирование системы управления,
З кап – величина капитальных затрат по созданию и внедрению ИАСУ,
З аутсорсинг – стоимость обслуживания облачных интерфейсов, техническая поддержка, обновление программного обеспечения,
З экспл – стоимость запасных комплектующих, расходных материалов,
З квалиф – стоимость ежегодного повышения квалификации персонала.

Укрупненный расчет величины капитальных затрат (*З кап*) по созданию и внедрению ИАСУ ОАО «АВТОВАЗ» представлен в таблице 3 и составляет 577 млн. руб.

Затраты на годовое обслуживание облачных интерфейсов (*З аутсорсинг*), техническую поддержку, обновление программного обеспечения составляют 0,25 млн. руб.

Затраты на покупку запасных комплектующих (*З экспл*), расходных материалов приняты в размере 0,5% от капитальных затрат и составляют ориентировочно 2,9 млн. руб., затраты на ежегодное повышение квалификации персонала (*З квалиф*) – 0,1 млн. руб. соответственно.

Таким образом, в соответствии с формулой (2) величина затрат на интегрирование системы управления технологическими процессами и предприятием (*З интегр*) составляет 580,25 млн. руб.

Таблица 3 – Укрупненный расчет величины капитальных затрат

Объект	Наименование компонента, работ или затрат	Количество (шт./км)	Стоимость, млн. руб.
ТП, МТП	Контроллер Modicon M258	322	16,744
	Панель оператора, HMI GXO 5502	322	16,1
	Медиаконвертер IMC-21A-M-SC	322	3,864
	Кросс в стойку 19	170	1,36
	Шкаф настенный	170	1,19
	Коммутатор PT-7528-20MSC	20	8
	Кабель ВОЛС, UTP	140	15,4
	Шкаф управления печью	10	20
	Счетчик Меркурий 230	4 000	20
	Монтажные работы	322	30
	Пусконаладочные работы	322	353,88
Сервер БД	Сервер, ИБП, Монитор, ПО	4	10
АРМ, АРМ	ПК, Монитор	11	495
ЦДП	Панорамный монитор	1	1
Сервер БД, АРМ	Пусконаладочные работы	1	79
Итого			577,033

5.3 Расчет годовой экономии от создания и внедрения интегрированной системы управления технологическими процессами и предприятием

Экономия предприятия от поддержания и увеличения срока службы электрооборудования (*Эрем*), снижения аварийности, уменьшения затрат на ремонт и замену первичного электрооборудования и силовых кабелей по предварительным оценкам должна составить 3,5 млн. руб. Данный показатель достигается за счет использования высоконадежных компонентов систем: устройств КИПиА, исполнительных механизмов, контроллеров и регуляторов,

микропроцессорных терминалов защиты и управления, электроприводов, а также уменьшения ущерба от повреждения оборудования в результате ошибок оперативного персонала.

Экономия предприятия от снижения затрат по покупаемую электрическую энергию (мощность) при расчетах с энергосбытовой компанией (*Э пок эм*) в соответствии с расчетом предельных уровней нерегулируемых цен ОАО «Тольяттинская энергосбытовая компания» по четвертой ценовой категории для потребителей с максимальной мощностью более 10 МВт за период с январь по декабрь 2015 года, составляет не менее 150 млн. руб. Данный показатель достигается за счет снижения непроизводственных и нерациональных потерь электрической энергии, оптимизации потребления электрической энергии (мощности) за счет использования механизмов оптимальных стратегий управления.

Экономия предприятия от сокращения коммерческих потерь из-за недоотпуска или производства некачественной продукции (*Э недоотп*) по предварительным оценкам составляет не менее 25 млн. руб. Сведения основаны на фактах и стоимости 1 часа времени простоя цехов окраски и главного конвейера ОАО «АВТОВАЗ». Данный показатель экономии достигается за счет диспетчеризации электроснабжения, автоматического диагностирования режимов работы оборудования, отслеживания выработки ресурса, своевременность ремонтных работ.

Экономия предприятия от оптимизации затрат в фонд оплаты труда (*Э фот*) по предварительным оценкам составит не менее 4,8 млн. руб. Данный показатель экономии достигается за счет повышения производительности работы персонала при автоматизации испытаний, дистанционное управление, безлюдные технологии, снижение трудозатрат на обслуживание микропроцессорной техники, постоянная самодиагностика системы приводят к снижению общего количества обслуживающего персонала (20 человек).

Таким образом, в соответствии с формулой (1) годовая экономия от создания и внедрения интегрированной системы управления технологическими процессами и предприятием ($\mathcal{E}_{год}$) составляет 183,3 млн. руб.

Срок окупаемости предлагаемого к разработке и внедрению технического решения составляет не более 3,17 года, что меньше нормативного срока – 3,3 года, вследствие чего разработка и внедрение нового интегрированного решения в сфере коммерческой диспетчеризации потребления электрической энергии (мощности) для нужд ОАО «АВТОВАЗ» в условиях работы на розничном рынке электрической энергии (мощности) эффективны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Будущее ОАО «АВТОВАЗ» как крупного потребителя энергоресурсов, связано с необходимостью жесткого контроля над потребляемыми энергоресурсами, ограничением и снижением их доли в себестоимости производимой продукции, повышением эффективности использования существующей распределительной электрической сети предприятия, повышением надежности и обеспечением бесперебойности электроснабжения его основной производственной площадки.

В настоящее время наблюдается тенденция перехода от локальных одноуровневых АСУ ТП предприятий к многоуровневым интегрированным системам управления технологическими процессами и предприятием в целом (АСУ ТП основных производств, SCADA (АСУ ЭС), АИИС КУЭ).

С целью повышения эффективности производства, оптимизации технологического процесса и обеспечения автоматизированной подготовки исходных данных для информационной системы планирования и контроля за распределением и потреблением электрической энергии (мощности) производств и предприятия в целом, рекомендуется создать и внедрить на ОАО «АВТОВАЗ» ИАСУ.

Реализация рекомендуемого мероприятия позволит: поддержать и увеличить срок службы электрооборудования, снизить аварийность, уменьшить затраты на ремонт и замену первичного электрооборудования и силовых кабелей; снизить затраты по покупаемую электрическую энергию (мощность) при расчетах с энергосбытовой компанией; сократить коммерческие потери из-за недоотпуска или производства некачественной продукции и оптимизировать затраты на фонд заработной платы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Автоматизированные системы управления электроснабжением промышленных предприятий / Гельман Г.А. – М.: Энергоатомиздат, 1984 – 255 с., 3 экз.
- 2 Автоматизация управления промышленным энергоснабжением / Соскин Э.А., Киреева З.А. – М.: Энергоатомиздат, 1990.-384 с., 8 экз.
- 3 Автоматизация и экономия электроэнергии в системах промышленного электроснабжения / Киреева, Э.А.: Справочные материалы и примеры расчетов. – М.: Энергоатомиздат, 2011.
- 4 Производственный менеджмент: Учебник для вузов. 4-е изд. / Р.А. Фатхутдинов. – СПб.: Питер, 2003. – 491 с.: ил.
- 5 Системы автоматики и коммуникации в сетях электроснабжения: практическое руководство / К. Страусс. – М.: ООО «Группа ИТД», 2007 – 250 с.: ил., табл.
- 6 Применение интегрированной системы для решения задач АСУ ПЭС / Потребич А.А., Шевцов В.И., Овчинникова Н.С. и др. Электрические станции, 1996 г., № 2.
- 7 Системное решение АСКУЭ для промышленного предприятия / Лифанов Е.И. Энергетик, 1999 г., № 4.
- 8 Справочник по электроснабжению и электрооборудованию промышленных предприятий и общественных зданий / С.И. Гамазин, Б.И. Кудрин, С.А. Цырук. – М. : Изд. дом МЭИ, 2013.
- 9 Средства оптимизации потребления электроэнергии : справ. – информ. пособие / А.В. Клевцов – М.: СОЛОН–Пресс, 2009.
- 10 Электроснабжение потребителей и режимы/ Б.И. Кудрин, Б.В. Жилин, Ю.В. Матюнина. – М. : Изд. дом МЭИ, 2013.
- 11 Электроснабжение промышленных предприятий / Б.И. Кудрин. – М. : Интернет Инжиниринг, 2012. – 672 с.

- 12 Электроснабжение : учебник для студ. учреждений высш. проф. образ. / Б.И. Кудрин. – М. Изд. центр «Академия», 2012.
- 13 Экономическая эффективность информационных систем. / Скрипкин К.Г. – М.: ДМК Пресс, 2002. – 256 с.: ил.
- 14 Экономика предприятий энергетического комплекса: учебник для вузов / В.С. Самсонов, М.А. Вяткин. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2011.
- 15 AndoverControls. Continium Configuration // Andover Controls Corporation World Headquarters 300 Brickstone Square Andover, Massachusetts 01810 USA.
- 16 De Groot, R.J.W. Smart integration of distribution automation applications / R.J.W.De Groot, J. Morren, J.G. Slootweg // 3rd IEEE PES Innovative Smart Grid.
- 17 Securiton AG. SecuriStar Introduction // SecuriGroup Headquarters Zolikhofen Suiss.
- 18 Stepanov, V. Electricity Demand and Management Capabilities of an Industrial Enterprise and Technical and Economic Preconditions for Their Implementation/ V. Stepanov, K. Suslov, E. Kozlova, Z. Styczynski // IEEE Grenoble Conference Power Tech, POWERTECH 2013.
- 19 Molderink, A. Management and control of domestic smart grid technology / A. Molderink, V. Bakker, M.G.C. Bosman, J.L. Hurink, G.J.M. Smit// IEEE Trans.Smart Grid. – 2010. - №2. – pp.109-119. Technologies Europe (ISGT Europe), Berlin, 2012.
- 20 Сайт Министерства энергетики и жилищно-коммунального хозяйства Самарской области <http://www.minenergo.samregion.ru/> .
- 21 Официальный сайт ОАО «АВТОВАЗ» <http://www.lada.ru/> .
- 22 Технологический сайт сетевой организации ОАО «АВТОВАЗ» <http://avtovaz.jscrem.ru/> .
- 23 Официальный сайт ОАО «АТС» <http://www.atsenergo.ru/> .
- 24 Официальный сайт гарантирующего поставщика (энергосбытовой компании) ОАО «ТЭК» <http://www.tek63.ru/> .
- 25 Официальный сайт ОАО «СО ЕЭС» <http://so-ups.ru/> .