

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

ЗИНОВЬЕВА ОЛЕСЯ АЛЕКСЕЕВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРСКОГО
УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ**

Направление подготовки

13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника»

**АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

Короткова
Маргарита Вениаминовна

Проверено

22.03.2019 Зачтено

Комсомольск-на-Амуре

2019

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»

Научный руководитель

доктор тех. наук, профессор
Сериков Александр Владимирович

Рецензент

директор учебнопроизводственного
центра КГА ПОУ «Губернаторский
авиастроительный колледж
г. Комсомольска-на-Амуре
(Межрегиональный центр компетенций)»
Киница Олег Игоревич,

Защита состоится «15» марта 2019 года в 09 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 203/3.

Автореферат разослан __ марта 2019 г

Секретарь ГЭК

Н.Н. Мельникова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы работы. Система электроснабжения промышленного предприятия является сложным объектом, для которого характерны неизбежность повреждений электрооборудования и возникновение аварийных ситуаций. Поэтому для надежного и экономичного функционирования систем электроснабжения необходима автоматизированная система диспетчерского управления. Для ее создания используется комплекс устройств автоматического управления. Первостепенное значение имеют устройства релейной защиты (РЗА).

Согласно сведений о состоянии РЗА электросетевого комплекса ГК «Россети» на 2017/2018 год характерными особенностями состояния всего парка эксплуатируемых устройств РЗА на промышленных предприятиях являются следующие:

1. Большую долю в эксплуатации составляют электромеханические устройства РЗА – 78%; доля микроэлектронных устройств от общего количества не превышает – 4%, доля микропроцессорных устройств – 18%.

2. Около 62% % всех устройств на электромеханической базе эксплуатируется уже в течение 25 лет и более, которые требуют периодическое техническое обслуживание для поддержания надежности работы.

3. Повреждаемость электромеханических устройств РЗА составляет 65 %.

4. Отсутствует возможность интеграции устройств РЗА с АСУ ТП.

Поэтому для надежного функционирования системы электроснабжения и минимизации аварийных ситуаций необходима модернизация устройств и комплексов РЗА.

Целью работы является совершенствование системы релейной защиты в системе диспетчеризации, направленное на обеспечение эффективности функционирования системы электроснабжения промышленных предприятий.

Основные задачи, решаемые в работе. Для достижения указанной цели в работе поставлены и решены следующие основные задачи:

1. Изучение принципов построения и функционирования автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ), а также требований к таким системам.

2. Обзор и анализ особенностей построения существующих АСДУ.

3. Совершенствование (проектирование) релейной защиты трансформатора на базе микропроцессорных устройств.

Объект и предмет исследований. Объектом исследования является автоматизированная система диспетчерского управления системой электропитания промышленного предприятия. **Предмет исследований** – система релейной защиты трансформатора главной понизительной подстанции.

Методы исследований. Для решения поставленных задач применялись методы системного анализа, теоретической электротехники, теоретических основ релейной защиты. При выполнении работы использовались лицензионные программные и программно-аппаратные инструменты:

Научная новизна работы заключается в том, что на основе анализа централизованной политики развития систем электроснабжения предприятий и существующих современных программно-технических комплексов систем диспетчерского управления выполнено теоретическое обоснование основных путей совершенствования структуры АСДУ металлургического предприятия.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивается корректным использованием математического аппарата и методики расчета релейной защиты трансформатора, применением апробированных ведущими научно-исследовательскими организациями, энергокомпаниями и промышленными предприятиями системы диспетчерского управления на базе комплекса программно-технических средств СКАДА-РЗА.

Практическая значимость работы заключается в разработке релейной защиты силового трансформатора ТРДЦН-63000/110, установленно-

го на ГПП-5 ОАО «Амурметалл», с использованием микропроцессорного блока релейной защиты, а также в расчете ее параметров.

Личный вклад автора заключается в анализе основных направлений развития микропроцессорной техники в системах электроснабжения предприятием, анализе современных систем диспетчерского управления предприятий, формирование предложений по совершенствованию системы диспетчерского управления металлургического предприятия ОАО «Амурметалл», а также в расчете параметров релейной защиты трансформатора на основе микропроцессорного блока релейной защиты.

Основные положения работы, выносимые на защиту:

1. Анализ современных программно-аппаратных комплексов в системах диспетчерского управления предприятием.

2. Предложения по совершенствованию системы диспетчерского управления металлургическим предприятием ОАО «Амурметалл».

3. Методика расчета дифференциальной защиты трансформатора ТРДЦН-63000/110, установленного на ГПП-5 ОАО «Амурметалл».

Апробация результатов работы осуществлялась в рамках работы секции «Электроэнергетика и электромеханика» 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов ФГБОУ ВО «КнАГТУ» (апрель 2017 г.) и на всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов, проходившей в ФГБОУ ВО «КнАГТУ» в апреле 2018 г.

Публикации. По результатам проведенных исследований имеется одна публикация по материалу «Автоматизированная система диспетчерского управления систем электроснабжения» (авторы Зиновьева О.А., Сериков А.В.).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы. Содержит 78 страницы основного машинописного текста, 20 рисунков. Библиографический список включает 15 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении раскрыта актуальность темы диссертации, обозначена цель и сформулированы задачи исследования.

В первой главе раскрывается основное понятие автоматизированной системы диспетчерского управления системой электроснабжения. Рассматриваются назначение, структура, требования к такой системе и выполняемые задачи.

Во второй главе приводится анализ работы существующих систем АСДУ. В данной главе были рассмотрены три системы диспетчеризации:

1. ПТК «НЕВА», г. Санкт-Петербург. Достоинства данной системы диспетчеризации: многозадачность контроллера БРКУ 2.0, что позволяет оптимизировать сбор сигналов и снизить номенклатуру устройств в системе; имеется возможность определения вида и расстояния до КЗ на воздушных ЛЭП; возможность формирования отчетов о наработке оборудования за любой заданный интервал времени; наличие учета расхода энергии (АСКУЭ); наличие «Самописца» электрических и тепловых параметров. Структурная схема данного ПТК представлена на рисунке 1.

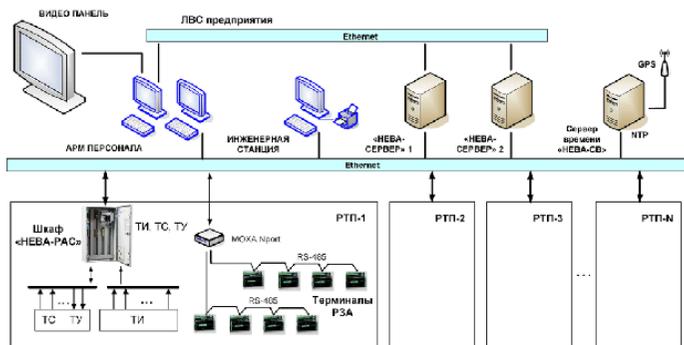


Рисунок 1 – Структурная схема АСДУ базе ПТК «НЕВА»

2. ПТК «НАНКО-ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ», г. Москва. Достоинства данной системы автоматического управления системой электроснабжения:

регистрация в журнале о всех отклонениях параметров сети; автоматическое переключение на резервное или автономное электроснабжение при отключении или выходе из строя основного питания; трехуровневая система учета электроэнергии. К недостаткам можно отнести: отсутствие интеграции с устройствами релейной защиты и автоматики. Структурная схема данного ПТК представлена на рисунке 2.

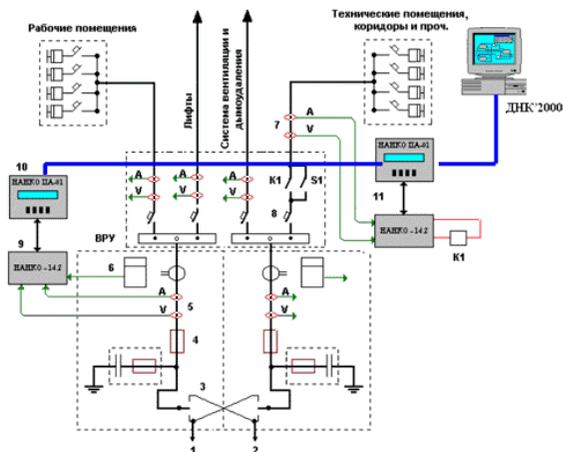


Рисунок 2 – Структурная схема АСДУ «НАНКО-ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ»

3. КТС «ЭНЕРГИЯ», г. Комсомольск-на-Амуре. В отличие от предыдущих систем диспетчеризации КТС «Энергия+» представляет собой комплекс средств технического учета электроэнергии. Данная система позволяет измерять суточное потребление мощности и контролировать положение коммутационного оборудования. Система устройств релейной защиты и автоматики является самостоятельной и никак не связана с КТС «Энергия+». Тем самым можно выделить следующие недостатки данной системы: отсутствует комплекс средств РЗА и ПАА; не обеспечивается автоматическое получение точной и оперативной информации о происходящих событиях в системе; отсутствует возможность дистанционного управления коммутационным оборудованием; нет возможности обнаружения аварийных и предаварийных ситуаций и возможности оповещения обслуживающего персонала;

отсутствует регистрация отклонений значений тока и напряжения от допустимых. Структурная схема АИИС ТУЭ на базе КТС «Энергия+» представлена на рисунке 3.

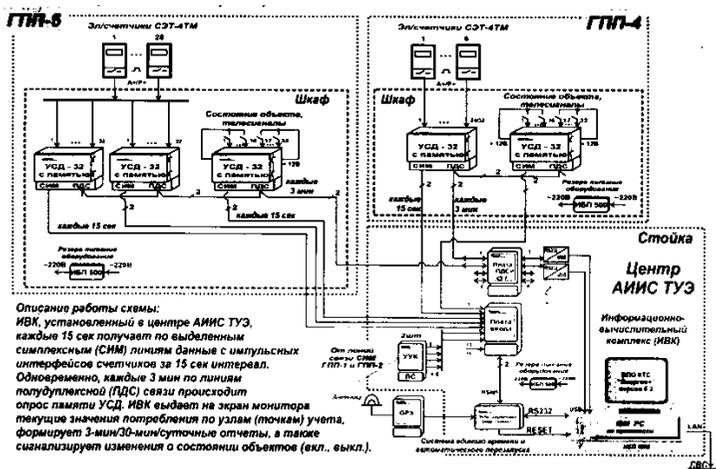


Рисунок 3 – Структурная схема АИИС ТУЭ на базе КТС «Энергия+»

В третьей главе представлена разработка системы диспетчерского управления (АСДУ) на металлургическом заводе «Амурметалл».

В настоящее время практическое применение при создании АСДУ (АСУ ТП) нашли интегрированные системы СКАДА-РЗА. Создание таких систем стало возможным благодаря тому, что микропроцессорные (МП) РЗА могут работать не только по своему прямому назначению (релейная защита, автоматика, управление и сигнализация), но способны дополнительно выполнять функции сбора и хранения информации, а также обеспечивать связь по стандартным цифровым интерфейсам с другими уровнями АСДУ (АСУ ТП). При создании автоматизированной системы диспетчерского управления выделены три основных уровня построения АСДУ.

Нижний уровень. Основой нижнего уровня является концентратор или промышленный контроллер, выполняющий функцию связи с объектами управления (датчики, исполнительные механизмы). На этом уровне обеспечивается связь с датчиками и исполнительными механизмами и производит-

ся первичная обработка и фильтрация данных и обработка управляющих воздействий с верхнего уровня. В качестве концентратора использовался контроллер фирмы ЗАО «Эмикон» DCS-2000 (M2) каркасного исполнения. Также на нижнем уровне выполняются функции учета электроэнергии, телемеханики и релейной защиты. Для реализации функций релейной защиты, автоматике, управления и сигнализации присоединений выбран микропроцессорный блок релейной защиты БМРЗ. БМРЗ может включаться в АСДУ и информационно-управляющие системы в качестве подсистемы нижнего уровня и выполнять функции телеизмерения, телеуправления и телесигнализации. В БМРЗ используются элементы аналого-цифровой и микропроцессорной элементной базы, что обеспечивает высокую точность измерений и постоянство характеристик и позволяет существенно повысить чувствительность и быстродействие защит, а также уменьшить ступени селективности.

Средний уровень. Средний уровень АСДУ образуют сервер и инженерные станции. На среднем уровне осуществляется связь элементов БМРЗ и диспетчерским пунктом. Подключение к ПЭВМ производится в соответствии со стандартом RS-232, соединитель которого «RS-232» установлен на лицевой панели. БМРЗ подключается к соединителю СОМ-порта ПЭВМ с помощью жгута. Подключение к АСДУ осуществляется в соответствии со стандартом RS-485 или по оптоволоконной линии связи Ethernet. Связь по интерфейсам коммуникаций осуществляется в соответствии с протоколом MODBUS. В протоколе реализуется принцип «Ведущий – Ведомый» («Master – Slave»).

Верхний уровень. Верхний уровень в АСДУ физически представляет собой диспетчерский пункт (ДП) с автоматизированным рабочим местом (АРМ). В составе АСДУ на верхнем уровне обязательна база данных системы или ПО SCADA, так как одна из ее функций – ведение архивов, предоставление отчетов, графиков и сводок. Архивы могут храниться как на сервере, так и на специально выделенной рабочей станции. В состав имеющегося на предприятии программного обеспечения БПО «Энергия+» версия

6.2 добавлены следующие подпрограммы: «Суточная ведомость»; «Экспресс-Отчет»; «Таблица событий»; «Самописец»; «Осциллограф».

В четвертой главе производится расчет релейной защиты силового трансформатора ТРДЦН-63000/110.

Трансформатор типа ТРДЦН-63000/110 силовой, трехфазный двухобмоточный с расщепленной обмоткой НН, понижающий с системой охлаждения «ДЦ», с регулированием напряжения под нагрузкой. Предназначен для преобразования переменного тока напряжением 110 кВ в энергию низшего напряжения (6; 10 кВ) и поддержания заданного уровня напряжения в системе электроснабжения предприятия ОАО «Амурметалл» на ГПП-5. Схема электроснабжения представлена на рисунке 4.

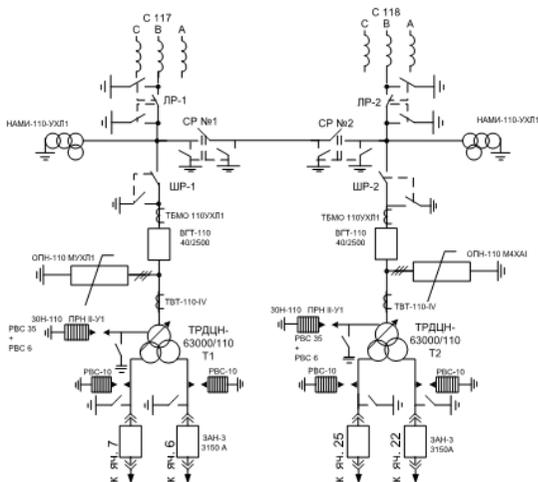


Рисунок 4 – Однолинейная схема электроснабжения ГПП-5 110/10 кВ

Согласно ПУЭ для силовых трансформаторов ТРДЦН-63000 напряжением 110/10 кВ предусматриваются следующие релейные защиты от коротких замыканий, повреждений и ненормальных режимов: дифференциальная защита трансформатора (ДЗТ); максимальная токовая защита (МТЗ); защита трансформатора от перенапряжений; защита от перегрузки; защита минимального напряжения; газовая защита; автоматика силовых трансформаторов 110 кВ:

В работе была рассчитана дифференциальная защита на базе блока БМРЗ-ТД-2х. Из полученных расчетов, следует, что коэффициент чувствительности $K_{\text{ч}} \geq 2$, это означает, что требуемая чувствительность дифференциальной защиты обеспечивается, и блок БМРЗ-ТД-2х выполняет необходимые требования по защите трансформатора согласно ПУЭ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными результатами диссертационной работы являются:

1. В результате изучения и исследования, современных автоматизированных системы диспетчерского управления и систем управления СЭС выявлено, что разработка и внедрение интегрированных АСДУ, которые включают в себя комплекс устройств РЗА, систему учета электроэнергии и современное ПО SCADA, является необходимым решением в совершенствовании управления электроснабжением промышленного предприятия.

2. Установлено, что модернизация устройств релейной защиты и переход к комплексу программно-технических средств СКАДА-РЗА является перспективным направлением при совершенствовании релейной защиты и ее интеграции в систему диспетчерского управления. СКАДА-РЗА позволит объединить информацию от защит с различными протоколами связи в единую АСДУ промышленного предприятия. С помощью данного комплекса возможно решение всего круга задач сбора, обработки, передачи данных, управления объектом в режиме реального времени, а также задач, связанных с параметризацией микропроцессорных устройств и анализом правильности работы защит в аварийных режимах за счет использования микропроцессорных средств РЗА (МП РЗА).

В диссертации разработана система диспетчерского управления и выполнены мероприятия по совершенствованию устройств РЗА на базе предприятия ОАО «Амурметалл». В качестве релейной защиты был применен микропроцессорный блок БМРЗ.

3. Выполнен расчет релейной защиты на базе БМРЗ. Показано, что данный блок обеспечивает необходимую защиту для силового трансформатора ТРДЦН-63000/110. Кроме того, с его помощью возможно дистанционная смена конфигурации защит, блокировок и уставок, осциллографирование токов КЗ, проведение автоматической самодиагностики для проверки работоспособности и обнаружению неисправностей, хранение осциллограмм, параметров аварийных событий, информации об общем количестве, а также, времени срабатывания защит, количестве отключений и т.д.

4. Совершенствование ПО «Энергия» и внедрение в нее необходимых средств визуализации позволит выводить на монитор диспетчера в удобном виде всю необходимую информацию о состоянии электрооборудования и происходящих событиях в системе электроснабжения для анализа аварийных ситуаций и оперативного принятия решения.

Модернизация комплекса РЗА и использование новейшего программного обеспечения в АСДУ позволит системе электроснабжения промышленного предприятия работать гораздо эффективнее за счет: отображения всей информации в виде понятных мнемосхем и графиков в режиме реального времени; постоянного контроля всех параметров электрической; наличия визуальной и звуковой сигнализации об авариях и предаварийных ситуациях; записи в журнал всех происходящих событий для дальнейшего изучения и анализа; автоматического переключения на автономное или резервное питание в случае возникновения аварии; дистанционного управления коммутационными выключателями.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

1 Зиновьева, О. А. Автоматизированная система диспетчерского управления систем электроснабжения / Зиновьева О.А., Сериков А.В // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 09-20 апреля 2018г. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – Ч.1 - 524 с., С. 290-292.