

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
224-1
17-23 ноября 2023 года**

УДК 621.316

С.В. МАСАЛЬСКИЙ, студент гр. ЭРб-211 (КузГТУ)
Научный руководитель Т.М. ЧЕРНИКОВА, д.т.н., профессор (КузГТУ)
г. Кемерово

**АНАЛИЗ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ И АЛГОРИТМОВ РЕЛЕЙНОЙ
ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ЦИФРОВЫХ СЕТЕЙ**

В современном мире потребность в надежной и безопасной релейной защите систем электроэнергетики является решающим фактором. Благодаря современному подходу в проектировании и разработке таких систем удается быстро обнаружить и распознать тип неисправности, с последующим изолированием возникших неисправностей и их устранением. Основными неисправностями, как правило, принято считать короткие замыкания, перегрузки или замыкание на землю. Релейная защита представляет собой алгоритмы, наборов инструкций и логических операций. Данные операции и алгоритмы направлены на определенные действия релейных устройств, которые должны сработать своевременно при определенных условиях и параметрах системы.

Релейная защита обязательно должна включать функции аппаратов распознающих аварийные режимы работы системы и аппаратов, реагирующих на эти режимы, собирающих логику, подающих команду и отдельно отключающих либо всю систему, либо её отдельные аварийные участки, как в ручном, так и автоматическом режиме [1]. Структурная схема релейной защиты представлена на рис. 1.

В последнее десятилетие актуальность проблемы возрастает, так как потребности мирового сообщества в электроэнергии растут с каждым годом при том, что существующие мощности не покрывают их полностью.

VI Международная молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
224-2
17-23 ноября 2023 года



Рис.1. Структурная схема релейной защиты

Целью данной работы является анализ процесса проектирования и разработки систем, существующих алгоритмов релейной защиты и автоматики цифровых сетей.

В состав современной электрической подстанции входит:

- 1) ЛЭП - линии электропередач;
- 2) трансформаторы;
- 3) выключатели;
- 4) распределительные устройства.

Основными задачами этого оборудования служит непосредственный прием, затем преобразование энергии в другой вид и уже конечным этапом является распределение электроэнергии до конкретного потребителя.

Данное оборудование входит в систему релейной защиты, обеспечивающей грамотное управление, своевременное реагирование на возникающие аварийные ситуации в работе подстанции.

К основным элементам системы релейной защиты и автоматики цифровых сетей можно отнести:

1) измерительные устройства (трансформаторы тока и напряжения). Основная задача таких устройств — это сбор информации в аналоговой форме о параметрах электрической сети. После сбора данная информация используется алгоритмами для анализа и определения неисправностей;

2) алгоритмы дифференциальной защиты, принцип работы которых основан на сравнение входных и выходных напряжений и токов исходной системы. Когда возникает разность между сигналами на входе и сигналами на выходе системы, то затем происходит сравнение этой разницы с некоторым пороговым установленным значением. Если разность

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
224-3
17-23 ноября 2023 года**

превышает заданное установленное значение, то происходит отключение неисправного участка сети;

3) методы комплексного анализа основаны на фазных, амплитудных и гармонических характеристиках. Они позволяют повысить точность определения неисправности в сети, а также произвести своевременное срабатывание защиты;

4) цифровые технологии, основанные на использовании цифровых сигнальных процессоров, позволяют гибко настраивать определенные алгоритмы срабатывания защиты, обрабатывать больший объем информации и своевременно принимать решения;

5) системы связи предназначены для передачи данных между релейными устройствами и центральным приемным пунктом. Бывают проводными или беспроводными;

6) автоматика управления повышает эффективность работы системы электроэнергетики. Например, когда требуется управлять существенными нагрузками [2].

Свойства релейной защиты:

1) селективность (позволяет отключать конкретный участок, который защищает защита);

2) чувствительность (позволяет своевременно среагировать на конкретные виды неисправностей сети);

3) быстродействие (способность отключать повреждение с минимальной выдержкой времени);

4) надежность (безотказность в работе оборудования при срабатывании на отключение всех заданных расчетом неисправных режимов).

Суть разработки систем цифровых сетей заключается в создании программного обеспечения с модульной архитектурой (рис. 2). Каждый модуль это единичная функция управления подстанцией [2].



Рис. 2. Модуль, в котором реализована определенная защита

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
224-4
17-23 ноября 2023 года**

Функции компонуются в различные виртуальные реле, из которых создаются виртуальные терминалы (рис.3).



Рис. 3. Виртуальный терминал с набором защит

На сегодняшний день цифровая система управления подстанцией является современным решением для создания автоматизации и контроля работы электрической подстанции. Базируясь на современных технологиях и алгоритмах управления, становится перспективным направлением для дальнейших исследований.

В заключение хотелось бы отметить основные преимущества комплексного решения в разработке систем цифровых сетей:

- 1) минимизация оборудования, вследствие перехода к программному комплексу, способному осуществлять все защитные функции;
- 2) упрощение монтажа, благодаря существенному уменьшению количества оборудования;
- 3) высокая точность и надежность в контроле работы сети позволяет эффективно обнаруживать и предотвращать возможные неисправности;
- 4) гибкость и масштабируемость позволяют удовлетворить текущие требования к системе. За счет программной реализации алгоритмов управления, система проще модифицируется для внедрения новых функций и технологий.
- 5) быстрые реакции и оптимальное управление позволяют своевременно реагировать на изменения параметров сети подстанции и минимизировать время простоя;
- 6) удобный мониторинг и диагностика достигается за счет современных органов управления и мониторинга. Операторы в режиме реального времени отслеживают состояния системы, прогнозируют ее изменение на основе полученных данных, и принимают соответствующие меры.

Цифровая система управления подстанцией является важным инструментом для обеспечения эффективной и безопасной работы

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

224-5

17-23 ноября 2023 года

электрической сети. Она повышает точность, надежность и гибкость управления, а также улучшает диагностику и контроль всех процессов на подстанции [3].

Список литературы:

1. Работа релейной защиты и автоматики цифровых систем [Электронный ресурс] – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=m68hnMtifCw> (дата обращения 06.09.2023).
2. Автоматизация подстанции [Электронный ресурс] – URL: <https://www.realred.ru/> (дата обращения 07.09.2023).
3. Анализ и разработка комплекса релейной защиты и автоматики сетей [Электронный ресурс] – URL: <https://www.dissercat.com/content/analiz-i-razrabotka-kompleksa-releinoi-zashchity-i-avtomatiki-setei-635-kv-vypolnennogo-na> (дата обращения 08.09.2023).

Информация об авторах:

Масальский Семен Викторович, студент гр. ЭРб-211, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, 212129@kuzstul.ru

Черникова Татьяна Макаровна, д.т.н., профессор, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, chtm.oe@kuzstu.ru