

УДК 621.316.925.1

Д.А. Немерова, студент гр. МЭб-191 (КузГТУ)
Научный руководитель А.А. Шевченко, старший препо-
даватель (КузГТУ)
г. Кемерово

РАЗВИТИЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ РОССИИ.

Во время работы систем электроснабжения происходят сложные режимы работы и повреждения электрооборудования, приводящие к сбоям в работе электросетей. Для создания требуемых условий функционирования электросетей и предупреждения появления аварий используются устройства релейной защиты и автоматики (РЗА), позволяющие быстро реагировать на все изменения в работе электрической сети, отделяя исправное оборудование от повреждённого и, в случае необходимости, подключая резервный источник питания.

В основном релейная защита устроена так, чтобы по каналу связи осуществлялась передача минимум информации в виде разрешающих, отключающих либо блокирующих сигналов в 1 бит. В силу высоких требований к достоверности, надёжности и скорости передачи данных создание каналов связи для РЗА является достаточно сложной задачей. К устройствам РЗА предоставляется ряд основных требований:

- селективность, позволяющая отключать только повреждённый участок;
- электрической сети;
- чувствительность, коэффициент которой достаточен для определённого вида защиты с учётом её назначения и типа повреждения;
- быстродействие, необходимое для снижения воздействия коротких замыканий на деятельность потребителей и предотвращения сбоев в параллельной работе электрических станций, выхода частей сети из синхронизма и повреждения изоляции электрооборудования;
- надёжность, которая принимается как способность к выполнению заложенных производителем функций в нормальных условиях эксплуатации.

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
18-20 ноября 2021 года**

307-2

Основными типами устройств РЗА являются токовые, дифференциальные и дистанционные.

Реле, использующиеся до 1940-х гг., были электромеханическими, после чего стали появляться электронные устройства, называемые статическими или твердотельными. В конце 80-х гг. начали использовать многофункциональные цифровые устройства для работы на мощных подстанциях. Их улучшение позволило создать реле небольшое по размеру, обеспечивающее мониторинг, защиту, управление, коммуникацию, обработку событий и возмущения энергосистемы. Для улучшения реализации этих функций применяются продвинутые методы связи для инженерного испытания, манипулирования и обслуживания, доступные в режиме реального времени.

Основным компонентом в схеме защиты выступает информация, передаваемая посредством витой пары, коаксиального или оптоволоконного кабеля и беспроводной связи. Последний способ является наиболее перспективным и востребованным. Для цифрового измерения устройств используются алгоритм дистанционного реле и системы глобального позиционирования, причём последние отличаются повышенной надёжностью и точностью.

Последней тенденцией в разработке устройств РЗА является применение методов искусственного интеллекта, таких как логическое программирование, нечёткая логика, машинное обучение, онтологический инжиниринг и вероятностное рассуждение.

При модернизации устройств РЗА учитываются долгосрочные тренды мирового технологического развития отрасли, функциональное развитие релейной защиты и технологий её эксплуатации. Основными направлениями совершенствования устройств РЗВ являются создание автоматизированных управлений систем и современных многофункциональных защит с использованием элементной базы микропроцессорной электроники, предполагающее реализацию необходимых защит в сетях 110-750 кВ и 0,4/6-35 кВ, системах автоматизированного управления и учёта электроэнергии.

Основным мировым трендом развития электроэнергетической системы является переход к технологиям Smart Grid, направленным на формирование полностью саморегулируемой, интегрированной и самовосстанавливающейся сети электропитания, имеющей топологию, содержащую все источники

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
18-20 ноября 2021 года**

307-3

передачи, генерации и распределения и контролирующей работу единой информационно-управляемой сети систем и устройств. Smart Grid предусматривает широкое использование ИТ-технологий, позволяющих передавать данные в реальном времени и обеспечивать надёжность энергосети посредством повышения энергоэффективности, снижения пиковых требований и интеграции с возобновляемыми источниками энергии. Постепенный переход к активно-адаптивной сети сказывается на функциях устройств РЗА, поскольку из-за значительного увеличения числа режимов их параметры должны автоматически самонастраиваться.

Другим важным трендом развития электроэнергетических систем является развитие генерации средней и малой мощности с подключением этих источников к сети. Подключение источников малой генерации к распределительным сетям приводит к значительным изменениям условий функционирования РЗА:

- сближение характеристик аварийных и рабочих режимов;
- появление режимов, обеспечивающих многостороннее питание фрагмента повреждения;
- увеличение числа коммуникационных состояний и режимов сети;
- появление опасности выхода режимов работы электростанций и генераторов из синхронизма, потери устойчивости и энергоснабжения потребителей.

Основной тенденцией развития РЗА является переход от электромеханических устройств к микропроцессорным, что обусловлено их многофункциональностью, компактностью, гибкостью, коммуникацией и низкой ценой. В сегменте низковольтных устройств повышается интерес к электронным реле защиты, позволяющим не только защитить, но и автоматизировать оборудование. В категории среднего напряжения наблюдается активная замена электрических схем логическими цифровыми, переход на цифровую передачу дискретных сигналов и измерений между устройствами РЗА по протоколу связи МЭК 618509.2, являющемуся одним из ключевых двигателей этой технологии.

Общей для всех отраслей промышленности является ориентация на дистанционное управление и мониторинг оборудования и сервисы, основанные на облачных технологиях.

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
18-20 ноября 2021 года**

307-4

На качественно новом уровне развиваются автоматизация, диспетчеризация и мониторинг состояния оборудования благодаря получению значительного объёма цифровых данных и аппаратной возможности гибкого и широкого анализа этих данных с удобной визуализацией. В результате развития цифровых технологий существенно повышается безопасность эксплуатации оборудования и надёжность его работы посредством развитого контроля и широкой автоматизации, а благодаря реализации функций РЗА на более высоком уровне сокращается воздействие аварийных режимов функционирования сети на общую работоспособность электрооборудования.

Список литературы:

1. Надеин В.Ф. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения: учеб. пособие / В.Ф. Надеин, С.В. Петухов, В.В. Радюшин. – Архангельск:Изд-во САФУ, 2015.
2. Дони Н.А. Развитие систем связи в электроэнергетике для защиты и автоматизации / Н.А. Дони, А.И. Левиуш, Р.В. Разумов, А.В. Иванов // Энергия единой сети. – 2019. – № 4 (46).
3. Кузьмин А.И. Применение современных устройств релейной защиты и автоматики в городских электрических сетях: выпуск. квалиф. работа: 13.04.02 / А.И. Кузьмин; Тольят. гос. ун-т. – Тольятти, 2018.
4. Могиленко А.В. Искусственный интеллект: методы, технологии, применение в энергетике. Аналитический обзор // Автоматизация и ИТ энергетике. – 2019. – № 7 (120).
5. Гвоздев Д. Концепция развития релейной защиты и автоматики электросетевого комплекса ПАО «Россети» / Д. Гвоздев, М. Линт, В. Уколов, С. Вергазов // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2015.– № 4 (31).

Информация об авторах:

Немерова Дарья Алексеевна, студент гр. МЭб-191, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, nemerova.dasha@mail.ru

Шевченко Анастасия Александровна, старший преподаватель, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, a.shevchenko@kuzstu.ru