

Автоматизация процесса проектирования системы РЗА подстанции в соответствии с МЭК 61850

А.М. АБДУРАХМАНОВ
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», Россия
А.О. АНОШИН, А.В. ГОЛОВИН
ООО «ТЕКВЕЛ», Россия
aao@tekvel.ru

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

МЭК 61850, проектирование, система автоматизированного проектирования, релейная защита, язык конфигурирования SCL.

Внедрение цифровых коммуникаций в соответствии со стандартом МЭК 61850 требует внесения изменений в процесс проектирования систем РЗА подстанций. Шестой главой стандарта регламентировано применение файлов описания возможностей устройств (ICD), файлов описания конфигурации подстанции (SCD) и файлов описания конфигурации устройств (CID). Файл SCD описывает конфигурации всех устройств на подстанции в соответствии с МЭК 61850, вне зависимости от производителя, и является основным файлом конфигурации для подстанции. Файлы описания конфигураций устройств CID получают из файла SCD и содержат описание конфигурации для каждого отдельного устройства.

В соответствии с МЭК 61850-6 создание файла формата SCD является одним из этапов разработки проекта. В ходе наладки файл SCD загружается в программное обеспечение, предназначенное для конфигурирования соответствующего устройства, из него извлекается конфигурация, которая загружается в соответствующее устройство. Таким образом фактически процесс параметрирования устройств выполняется уже в ходе реализации проекта, то есть создания файла SCD. На этапе наладки остаётся лишь загрузить соответствующие конфигурации в устройства.

Предложенная процедура конфигурирования обладает рядом особенностей:

- Первая редакция МЭК 61850-6 не давала полного набора параметров, позволяющих полностью описать обработку данных на принимающем устройстве;
- Создаваемый файл SCD для большой подстанции имеет очень большой объём и специфический синтаксис, так что чтение и отыскание в нём ошибок затруднено;
- Как правило, ПО для конфигурирования устройств позволяет создавать файл SCD только для устройств данного производителя и не позволяет интегрировать в этот файл также устройства других производителей и осуществлять их конфигурирование;
- Файл описания SCD не документирует физических соединений между устройствами.

Наличие указанных особенностей влечёт к необходимости применения на этапе проектирования специализированного программного обеспечения, обладающего следующими ключевыми возможностями:

- Возможность проектирования связей между устройствами одновременно как по аналоговым, так и по цифровым каналам связи;
- Возможность создания файлов описания конфигурации, совместимых с устройствами различных производителей;
- Документирование логических соединений между устройствами в графическом виде.

Одним из программных комплексов, удовлетворяющих обозначенным требованиям, является САПР Atlan Designer. Авторами выполнена работа по проектированию системы ПС 330/110/35 с применением САПР Atlan Designer.

РАБОТА ВКЛЮЧАЛА В СЕБЯ СЛЕДУЮЩИЕ ЭТАПЫ:

- Создание библиотеки устройств и элементов с описанием интерфейсов устройств, интеграцией в неё файлов описания возможностей устройства (ICD) и других параметров;
- Разработка однолинейной схемы, схемы ИТС и полных принципиальных схем РЗА;
- Разработка проекта топологии информационной сети на базе технологии Ethernet шины станции в соответствии с МЭК 61850.
- Создание блоков управления отправкой GOOSE-сообщений и организация коммуникаций по протоколу GOOSE между терминалами.
- Формирование файла описания конфигурации подстанции в формате SCD.

Создание библиотеки устройств

Процедура работы с системой автоматизированного проектирования предполагает использование библиотеки устройств. Библиотека в САПР Atlap включает следующую информацию об устройствах:

- Наименование и тип устройства,
- Поддерживаемые функции (для устройств РЗА могут задаваться в виде кодов ANSI, либо путём загрузки файла ICD в соответствии с МЭК 61850),
- Контакты для подключения,
- Изображения на различных чертежах (однолинейной схеме, схеме ИТС, схемах цепей переменного тока и напряжения, схемах дискретных входов и выходов).

Библиотека устройств

Общие данные | Входы/выходы | Логические функции | Принципиальные схемы | Документация

Данные

Имя: 6MD66415EB900AA3-LOS_v6 ☐ Коммуникации: Коммута...

Описание: Устройство управления выключателем (v 4.8)

Тип

☐ Простое устройство

☒ ИЗУ

14	21	24	27	32	32	37	40	46	47	48	49R	51LR
50	51	51V	55	59	59DC	60	64	64R	64S	64W	67	67N
87	87P	87L	87N	87T	87B	87M	87G	79	50BF	85	25	78

ИЗУ с МЭК 61850

☒ ИЗУ с МЭК 6... Файл ICD: 6MD664 V4.8.icd

☐ Внутренние соединения между логическими узлами допустимы

JPEG

JPEG:

☐ 90°
☐ 180°
☐ 270°

Рис. 1. Создание описания устройства в библиотеке.

На этапе описания контактов устройства указываются все клеммы, с использованием которых осуществляется подключение устройств. Каждый контакт задаётся типом (цепи тока/напряжения, дискретный сигнал, коммуникационный порт и т.д.), номинальным напряжением или током, либо протоколом передачи данных (см. рис. 2). В дальнейшем эта информация используется при проверке совместимости контактов с целью исключения возможности ошибочного соединения контактов различных типов между собой при разработке проекта.

**Современные направления развития систем релейной защиты и автоматики энергосистем
Екатеринбург, 3 – 7 июня 2013 г.**

Рис. 2. Описание контактов устройства.

САПР Atlan поддерживает несколько уровней детализации оборудования в разрабатываемом проекте. Данная возможность предназначена для изображения принципиальных схем вторичных соединений. При этом на каждом уровне детализации поддерживается создание нескольких видов устройства. В ходе создания библиотеки было принято решение о распределении видов устройства в соответствии с данными, представленными в таблице 1.

Главный вид	Уровень детализации 1	Уровень детализации 2
Однолинейная схема	Схема ИТС	Цепи переменного тока и напряжения
		Цепи дискретных входов
		Цепи дискретных выходов
		Цепи сигнализации
		Топология сети Ethernet

Для каждого из указанных видов на этапе подготовки были созданы чертежи, которые были импортированы в Atlan в виде изображений. На главном виде (виде для однолинейной схемы) было принято не делать изображения, в таком случае вторичное устройство изображается в виде серого прямоугольника с нанесенными сверху пиктограммами выбранных логических узлов. Для уровня детализации №1 (Схемы ИТС) были подготовлены изображения в соответствии с требованиями к изображениям устройств на ИТС с нанесенными моделями терминалов и функций. Наиболее трудоёмкой является часть подготовки изображений для уровня детализации №2. Для данного уровня были подготовлены изображения клемм

**Современные направления развития систем релейной защиты и автоматики энергосистем
Екатеринбург, 3 – 7 июня 2013 г.**

устройства в том виде, в котором они должны будут отображаться на схемах цепей переменного тока и напряжения, на схемах цепей дискретных входов и выходов. Помимо самого изображения каждому уровню детализации присваивается список клемм, которые видны на данном уровне. Клеммы могут иметь фиксированное положение относительно изображения (например, когда на изображении нанесены маркировки этих клемм), в таком случае на этапе создания библиотеки задаются позиции соответствующих клемм по периметру изображения.

Библиотека устройств

Общие данные | Входы/выходы | Логические функции | **Принципиальные схемы** | Документация

Создать / Показать / Редактировать принципиальную схему

Выбрать принципиальную схему: Цепи ТТ и ТН Показать Создать

Редактировать

Данные Принципиальная схема

Имя: Цепи ТТ и ТН Текущий уровень детализации:

Описание:

JPEG: CT_VT_circuits_For Use2.png Найти

90°
180°
270°

Загрузить Соединения Добавить Принципиальная схема Удалить Принципиальная схема

Входы/выходы устройства

Зафиксироват... Снять выделе... Вид Проверка соот...

F	Имя	Тип	Подтип	Фиксированное поло...
☒	Q1	Аналоговый	Однофазный (токов...	9=WEST
☒	Q2	Аналоговый	Однофазный (токов...	13=WEST
☒	Q3	Аналоговый	Однофазный (токов...	17=WEST
☒	Q4	Аналоговый	Однофазный (токов...	21=WEST
☒	Q5	Аналоговый	Однофазный (токов...	25=WEST
☒	Q6	Аналоговый	Однофазный (токов...	29=WEST
☒	R13	Аналоговый	Однофазный (напря...	90=WEST
☒	R14	Аналоговый	Однофазный (напря...	94=WEST
☒	R15	Аналоговый	Однофазный (напря...	98=WEST
☒	R16	Аналоговый	Однофазный (напря...	102=WEST

Далее Назад Отмена

Рис. 3. Выбор клемм для отображения на схеме цепей переменного тока и напряжения.

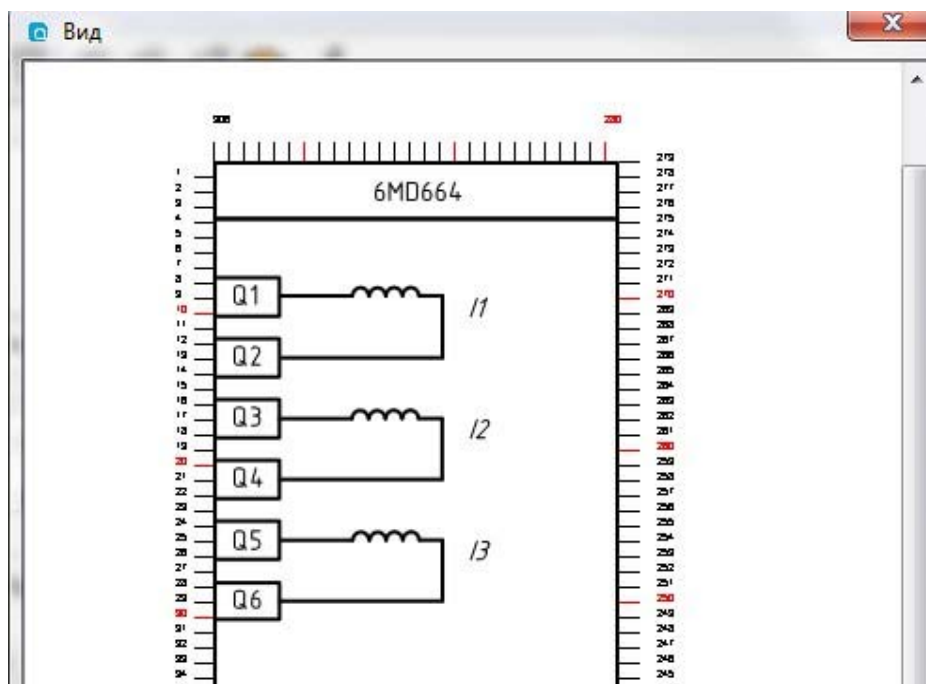


Рис. 4. Привязка положения клемм к изображению.

В результате выполнения указанных действий в библиотеку САПР добавляется модель устройства, которая полностью описывает устройство рассматриваемой модификации и значительно упрощает его использование в проекте в дальнейшем.

Процедура создания модели устройства — это одна из наиболее трудоёмких операций при выполнении проекта. Создание новой модели устройства релейной защиты занимает порядка 8 часов рабочего времени, что включает описание всех контактов в соответствии с руководством по эксплуатации производителя, отрисовку всех изображений для принципиальных схем и внесение всех указанных данных в библиотеку. Время на создание последующих моделей для устройств такого же типа, но других модификаций занимает значительно меньше времени (от 2 до 5 часов в зависимости от количества вносимых изменений) за счёт повторного использования готовых изображений клемм устройства. Кроме того, с целью ускорения описания контактов устройства в САПР Atlap предусмотрен импорт файлов клемм в виде XLS-таблицы.

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ

Следующий этап разработки проекта заключается в создании однолинейной схемы с последующим созданием принципиальных схем. Создание однолинейной схемы производится путём добавления в рабочую область проекта элементов из библиотеки. Каждый элемент на схеме должен иметь уникальное наименование, поэтому процедура выбора наименований устройств может занимать определенное время. С целью сокращения временных затрат может быть использован механизм автоматического присвоения наименований устройствам, предусмотренный в Atlap. Аналогично наименованиям устройств автоматически могут присваиваться и наименования соединений между устройствами.

На однолинейную схему наносится первичное оборудование и устройства РЗА, при этом соединения между ними не прокладываются. Следующим шагом создаются схемы ИТС. Схема ИТС, как правило, создаётся отдельно для каждого присоединения и указывает на распределение вторичных устройств по кернам трансформаторов тока и напряжения. Для создания схемы ИТС на однолинейной схеме выбираются устройства, которые будут отображаться на схеме ИТС и создаётся схема уровня детализации №1. При этом все соединения, которые были проложены между выбранным оборудованием на однолинейной схеме (например, соединения между первичным оборудованием), будут автоматически перенесены и на схему ИТС. Аналогично с уровня детализации №1 (схемы ИТС) создаются схемы цепей переменного тока и напряжения, схемы дискретных входов/выходов терминалов и т.п. При этом, как указано в таблице №1 все указанные чертежи устройства располагаются на уровне детализации №2, поэтому при создании схем на уровне №2 САПР предлагает выбрать вид устройства, который будет использован для создаваемой схемы.

Рис. 6. Вид цепей переменного тока для терминала ДЗШ.

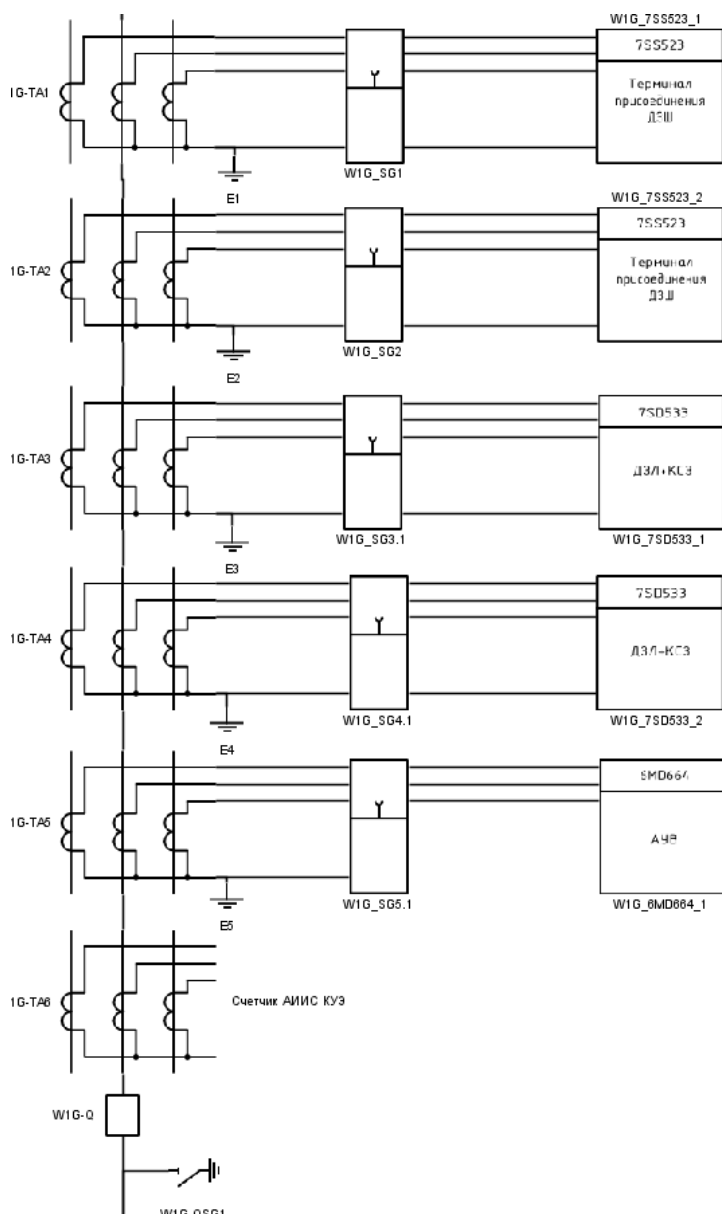


Рис. 7. Фрагмент схемы ИТС для одного из присоединений.

РАЗРАБОТКА КОММУНИКАЦИЙ ПО ПРОТОКОЛАМ СТАНДАРТА МЭК 61850 И ТОПОЛОГИИ СЕТИ ETHERNET

На этапе создания библиотеки устройств каждому устройству присваивался соответствующий файл ICD. В ходе работы над проектом САПР Atlan из исходных файлов формирует единый файл описания коммуникаций между устройствами на подстанции – файл SCD (System Configuration Description). Формирование файла производится не просто путем объединения всех исходных файлов в один, а, в том числе, их модификацией, заключающейся в добавлении полей, описывающих коммуникации между устройствами по протоколам стандарта МЭК 61850 в соответствии с проектными решениями.

При создании управляющих блоков передач GOOSE-сообщений и буферизированных/не буферизированных отчетов в файле SCD отображаются соответствующие поля в соответствии с МЭК 61850-6. Пользователь же работает исключительно в графической среде, что не требует от него глубокого познания стандарта МЭК 61850. Получаемый в результате работы файл, благодаря соответствию положениям стандарта МЭК 61850, может быть загружен в фирменное ПО любого производителя с целью конечной настройки устройств.

Стоит отметить, что ранее работа по созданию файлов SCD производилась на этапе наладки, а теперь - на этапе проектирования и это позволяет не только спроектировать информационный обмен, но и грамотно разработать топологию сети Ethernet, ведь каждая посылка, например, по протоколу GOOSE, будучи выстроенной в соответствии со стандартом IEEE 802.1q, включает в себя параметры, определяющие ее приоритетность и параметры, по которым дальше может быть произведена фильтрация трафика на промышленных управляемых коммутаторах. Все эти параметры также описываются в файле SCD.

После описания всех коммуникаций в САПР Atlan представляется возможным разработать схему сети Ethernet, «поверх» которой можно визуализировать информационный обмен по протоколам стандарта МЭК 61850.

ВЫВОДЫ

В целях разработки проекта с использованием САПР Atlan были успешно выполнены следующие работы:

- Создана библиотека устройств и элементов с описанием интерфейсов устройств, интеграцией в неё файлов описания возможностей устройства (ICD) и других параметров;
- Разработана однолинейная схема, схема ИТС и полные принципиальные схемы;
- Разработан проект топологии информационной сети на базе технологии Ethernet шины станции в соответствии с МЭК 61850.
- Созданы блоки управления отправкой GOOSE-сообщений и визуализированы коммуникации по протоколу GOOSE между терминалами.
- Сформирован файл описания конфигурации подстанции формата SCD, который был успешно импортирован в ПО производителя устройств с возможностью дальнейшей загрузки конфигурации непосредственно в устройства.