

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНФИГУРАТОРА SCL-EXPRESS ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ

АВТОРЫ:

Д.А. КРЫЛОВ,
ООО «НПП ЭКРА»

В.В. ПРОКОПЬЕВ,
ООО «НПП ЭКРА»

Р.В. РАЗУМОВ,
ООО «НПП ЭКРА»

Цифровая подстанция (ПС) — это подстанция с высоким уровнем автоматизации и управления технологическими процессами, оснащенная развитыми информационно-технологическими

и управляющими системами и прочими средствами, в которой все процессы информационного обмена между элементами ПС, с внешними системами, а также управления работой ПС осуществляются в цифровом виде.

Ключевые слова: проектирование; МЭК 61850; SCL; SSD; SCD.



Подстанции «Медведевская» — первая полноценная цифровая подстанция в московском регионе

ВВЕДЕНИЕ. СТАНДАРТ МЭК 61850

Создание цифровых подстанций (ЦПС) обуславливает пересмотр не только технических решений по инжинирингу вторичных систем подстанций, но и бизнес-процессов от стадии проектирования до организации наладочных работ и последующего сопровождения в течение жизненного цикла. Для этого требуется на самой ранней стадии проектирования все объекты подстанции описать в рамках единого электронного проекта подстанции, который затем становится источником информации для последующих этапов реализации, применяемых для расчетов, наладки, мониторинга и контроля правильности работы.

Информационная модель является виртуальным представлением реального физического оборудования, устройств и исполняемых ими функций на подстанции (концептуальное представление показано на рис. 1). Описание модели первичного оборудования начинается с объявления узла подстанции, в котором содержатся один или несколько уровней классов напряжения. Внутри каждого уровня напряжения выделяются присоединения (ячейки), далее размещаются модели оборудования внутри уровня присоединения.

Описание модели интеллектуального электронного устройства (ИЭУ) по МЭК 61850 начинается с описания физического устройства, в котором размещается одно или несколько логических устройств (совокупность конкретных функций, объединенных по назначению). Подход к моделированию логических устройств позволяет одному физическому устройству работать, совмещая несколько ролевых функций. Логическое устройство состоит из нескольких узлов, каждый из которых выполняет одну конкретную

часть функции. На практике производители внутри одного физического устройства распределяют функционал по логическим устройствам по принципу их назначения: РЗА, управление, измерения, регистратор аварийных событий и т. п.

На каждом этапе описания информационной модели оборудования подстанции стандарт формализует состав информации, структуры ее хранения и методы обращения с ней. Именно благодаря этому достигается совместимость устройств по стандарту МЭК 61850 (interoperability).

Группа стандартов МЭК 61850 определяет коммуникационные сервисы, назначаемые на коммуникационные протоколы связи. Наиболее широкое применение из них получили:

1) MMS (Manufacturing Message Specification) — спецификация

производственных сообщений [1]. Протокол используется для обмена информацией с уровня присоединения до уровня станции. Он работает поверх стека TCP/IP, который гарантирует доставку сообщений, но не обеспечивает достаточно высокой скорости их доставки;

2) GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event) — общее объектно-ориентированное событие на подстанции [1]. Протокол используется для событийно-управляемой передачи сообщений между уровнями присоединения и процесса или между несколькими присоединениями. Он обеспечивает относительно высокую скорость доставки сообщений, что позволяет применять его в задачах реального времени, таких как обмен сигналами срабатывания РЗА. Протокол GOOSE не гарантирует доставку сообщений, поскольку для достижения быстродействия не требует

КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ МЭК 61850

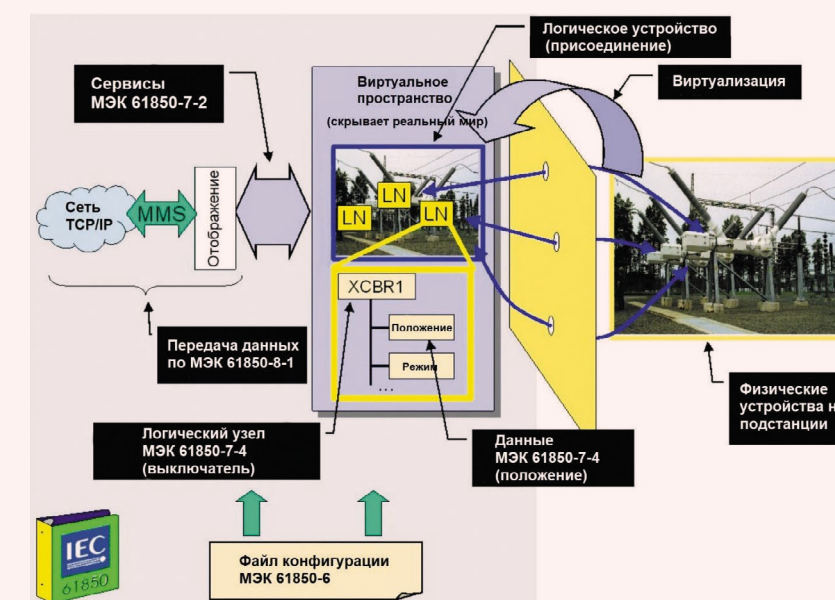


Рис. 1

подтверждения факта получения сообщения, но позволяет вести непрерывную диагностику устройствами-подписчиками;

3) SV (Sampled Values) — выборочные значения. Протокол обеспечивает относительно высокоскоростную непрерывную передачу данных. Он используется для передачи потока аналоговых значений между уровнями присоединения и процессора, обмена аналоговыми измерениями (тока и/или напряжения).

В зависимости от текущих задач электросетевого строительства, а также решаемых задач по управлению электросетевыми активами в настоящее время наиболее широко применяются три основные архитектуры ЦПС, разработанные на основе группы стандартов МЭК 61850.

В стандартах ПАО «ФСК ЕЭС» и ПАО «Россети» приводится классификация архитектур вторичных систем подстанций и технологических систем с применением стандарта МЭК 61850:

1) архитектура I — система РЗиА, выполненная по традиционной схеме с передачей дискретных сигналов от РУ и между терминалами по контрольному кабелю с использованием дискретных входов/выходов и электромагнитных трансформаторов тока и напряжения; для интеграции устройств РЗА и КП в единую систему АСУ ТП предполагается применение протокола МЭК 61850-8-1 MMS;

2) архитектура II — система РЗиА, выполненная с использованием стандарта МЭК 61850-8-1 для передачи дискретных событий в виде GOOSE-сообщений; для интеграции устройств РЗА и КП в единую систему АСУ ТП предполагается применение протокола МЭК 61850-8-1 MMS;

3) архитектура III — система РЗиА, выполненная с использованием стандарта МЭК 61850-8-1 GOOSE для передачи дискретных событий и МЭК 61850-9-2 SV для передачи измеренных мгновенных величин аналоговых сигналов; для интеграции устройств РЗА и КП в единую систему АСУ ТП предполагается применение протокола МЭК 61850-8-1 MMS.

Все особенности реализации архитектур в части применяемых технических средств и протоколов стандарта МЭК 61850, принятые в ПАО «Россети» [2] и ПАО «ФСК ЕЭС» [3], приведены в табл. 1.

Для формализованного описания процесса проектирования и создания вторичных систем подстанций и технологических систем цифровых подстанций в стандарте МЭК 61850-4 [4] выделяются следующие роли и выполняемые ими задачи:

1) главный инженер проекта (project requirement engineer) устанавливает состав и цели создания системы автоматизации, ее границы, интерфейсы, функциональные требования к системе в зависимости от внешних условий, требований надежности и т. п. Он определяет, как должна функционировать система в целом, составляет техническое задание на проектирование. После завершения создания системы принимает участие в ее приемке;

2) инженер-проектировщик (project design engineer) на основании технического задания на проектирование определяет, как должны выглядеть вторичные системы ЦПС: архитектура, требования к оборудованию и программному обеспечению (ПО), а также к выполняемым функциям. Инженер-проектировщик решает, как применяемое оборудование и ПО будут работать в единой

системе. Результат его работы — описание спецификации системы;

3) производители (manufacturer) поставляют соответствующее проектной спецификации оборудование и ИЭУ, из которых строится система релейной защиты, автоматики и управления подстанцией. При необходимости производители оборудования предоставляют инструменты-конфигураторы ИЭУ;

4) системный интегратор (system integrator) на основании описания спецификации системы и информации о ИЭУ, предоставленных производителями, компоует систему, прорабатывает взаимодействия между ее компонентами, интегрирует их в систему. Результат его работы — описание конфигурации системы;

5) инженер-наладчик ИЭУ (IED parameterizing engineer), используя описание конфигурации системы и ИЭУ, настраивает технологические, функциональные и системные параметры ИЭУ в соответствии с проектными требованиями;

6) инженер-испытатель (testing and commissioning engineer) на основании технического задания, описания спецификации системы, конфигурации системы и другой дополнительной документации проводит тестирование системы и ввод ее в эксплуатацию.

Стандартом МЭК 61850-4 не запрещается совмещение выше обозначенных ролей, например, производитель ИЭУ может быть также и системным интегратором или сам заказчик может производить системную интеграцию самостоятельно. Совмещение ролей может повлиять на организацию процесса, но не должно влиять на задачи,

ТИПОВЫЕ АРХИТЕКТУРЫ ВТОРИЧНЫХ СИСТЕМ ПОДСТАНЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЦПС НА ОСНОВЕ СТАНДАРТА МЭК 61850, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПАО «РОССЕТИ» И ПАО «ФСК ЕЭС»

Архитектура подстанции	Структурное представление	Характеристика архитектуры	Типовое решение для ПС класса напряжения, кВ
I (MMS)		<ol style="list-style-type: none"> Используются электромагнитные измерительные трансформаторы тока и напряжения. Измерения тока и напряжения передаются в виде электрических аналоговых сигналов с использованием контрольных кабелей без преобразования в цифровой формат. Информационный обмен между ИЭУ осуществляется по контрольному кабелю. Информационный обмен между станционным уровнем (SCADA) и ИЭУ осуществляется по протоколу MMS 	6–750
II (MMS + GOOSE)		<ol style="list-style-type: none"> Используются электромагнитные измерительные трансформаторы тока и напряжения. Измерения тока и напряжения передаются в виде электрических аналоговых сигналов с использованием контрольных кабелей без преобразования в цифровой формат. Дискретные сигналы преобразуются в цифровые с помощью преобразователей дискретных сигналов, которые устанавливаются в непосредственной близости от первичного оборудования (и других источников дискретных сигналов). Информационный обмен между ИЭУ осуществляется по протоколу GOOSE. Информационный обмен между станционным уровнем (SCADA) и ИЭУ осуществляется по протоколу MMS 	6–750
III (MMS + GOOSE + SV)		<ol style="list-style-type: none"> Используются цифровые измерительные трансформаторы тока и напряжения или преобразователи аналоговых сигналов. Дискретные сигналы преобразуются в цифровые с помощью преобразователей дискретных сигналов, которые устанавливаются в непосредственной близости от первичного оборудования (и других источников дискретных сигналов). Информационный обмен между ИЭУ осуществляется по протоколу GOOSE и SV. Информационный обмен между станционным уровнем (SCADA) и ИЭУ осуществляется по протоколу MMS 	110–750

Таблица 1

ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗИ В СООТВЕТСТВИИ СО СТАНДАРТОМ МЭК 61850-4



Рис. 2

которые в принципе должны быть выполнены при создании ЦПС. Схематичное изображение задач проектирования и их взаимосвязи показаны на рис. 2.

Кроме выделяемых ролей участников бизнес-процесса, стандартом МЭК 61850-6 [5] для описания основных систем подстанции определен язык описания конфигурации подстанции SCL (System Configuration Language).

Для обеспечения совместимости обмена данными между инструментами конфигурирования ИЭУ различных производителей, инструментом конфигурирования системы, а также для обмена разработанными файлами (в том числе как отдельными частями проекта) в МЭК 61850-6 определены соответствующие форматы обмена конфигурационными данными. Все электронное описание подстанции и смежных систем содержится в файлах, различающихся их функциональным

назначением и, как следствие, расширением имени файла:

- 1) файл *.SSD предназначен для описания спецификации системы (System Specification Description) и содержит описание однолинейной схемы подстанции, исходную спецификацию первичного оборудования, требования к выполняемым функциям системы в виде логических узлов и их распределение по первичному оборудованию;
- 2) файл *.SCD предназначен для описания конфигурации подстанции (Substation Configuration Description) и содержит полное описание первичного оборудования подстанции, всего функционала вторичного оборудования с указанием экземпляров устройств, реализующих этот функционал, конфигураций коммуникационных соединений;
- 3) файл *.SED содержит описания межсистемного обмена (System

Exchange Description) и описывает коммуникационные связи между отдельными системами, описанные в виде SCD-файлов;

- 4) файл *.ICD содержит описания возможностей ИЭУ (IED Capability Description) и содержит описание всех логических устройств, логических узлов, элементов и атрибутов данных, входящих в состав описываемого физического устройства, а также описание возможностей осуществления коммуникаций;
- 5) файл *.IID содержит описания предварительно сконфигурированного ИЭУ (Instantiated IED Description) и предварительно сконфигурированную информационную модель ИЭУ, а также предустановленные коммуникации;
- 6) файл *.CID содержит описания

(Configured IED Description) и параметры в части функционала и коммуникаций для загрузки в ИЭУ с помощью конфигуратора ИЭУ.

Предполагается, что весь обмен информацией между участниками проекта должен происходить с помощью файлов, созданных на языке SCL. Эти файлы сопровождают проект ЦПС на протяжении всего жизненного цикла. Схема обмена информацией в процессе проектирования с использованием файлов, написанных на языке SCL, показана на рис. 3.

Для создания и интерпретации файлов на языке SCL стандартом МЭК 61850-4 вводятся следующие

типы используемых программных инструментов.

1. Инструмент спецификации системы (System Specification Tool)

Программный инструмент спецификации системы позволяет на стадии составления проектной документации в формализованном виде на языке SCL описать такие компоненты, как первичное оборудование, однолинейная схема подстанции, абстрактный поименованный набор требуемых функций, но без указания конкретного ИЭУ, их выполняющего. Обычно этот инструмент спецификации системы использует базу данных шаблонов стандартных функций и необходимых им сигналов, типовые

составные части технологического процесса.

Полученное описание спецификации системы в виде файла *.SSD является исходными данными для последующих этапов проектирования автоматизированной системы. Инструмент спецификации системы должен быть независимым от производителей ИЭУ инструментом.

2. Инструмент конфигурирования системы (System Configuration Tool)

Программный инструмент конфигурирования системы позволяет на этапе проектирования рабочей документации подобрать компоненты

МОДЕЛЬ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ В ПРОЦЕССЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПО МЭК 61850-6

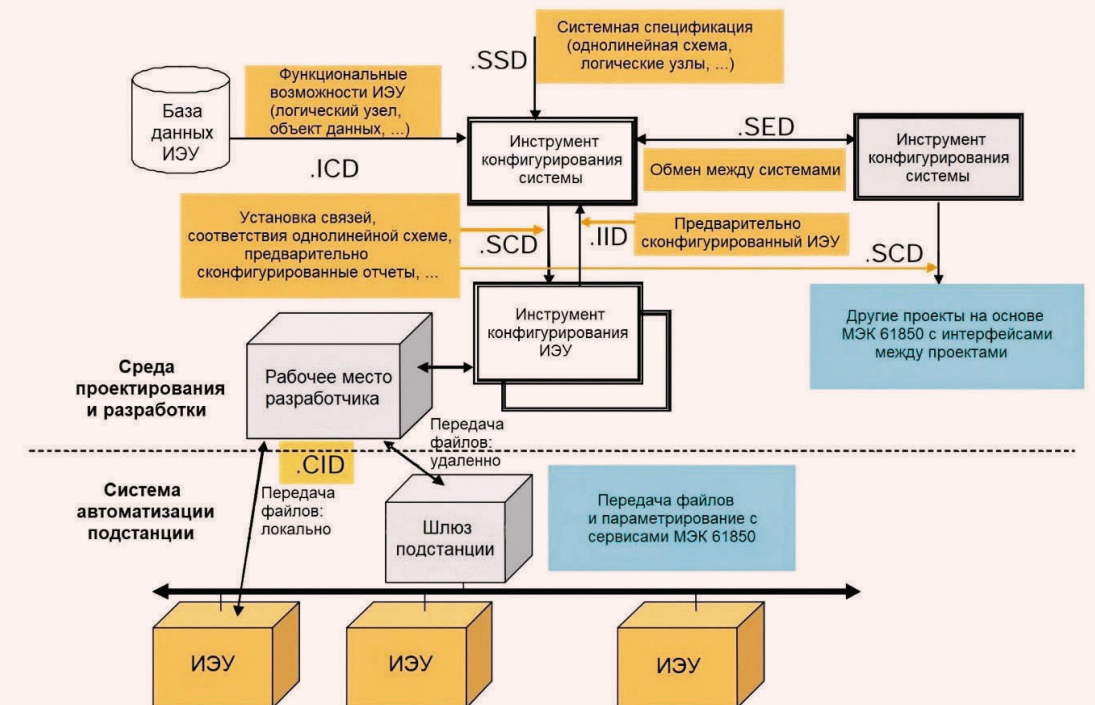


Рис. 3

ОПИСАНИЕ ЕДИНИЧНОГО ИЭУ В ИНСТРУМЕНТЕ КОНФИГУРИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ

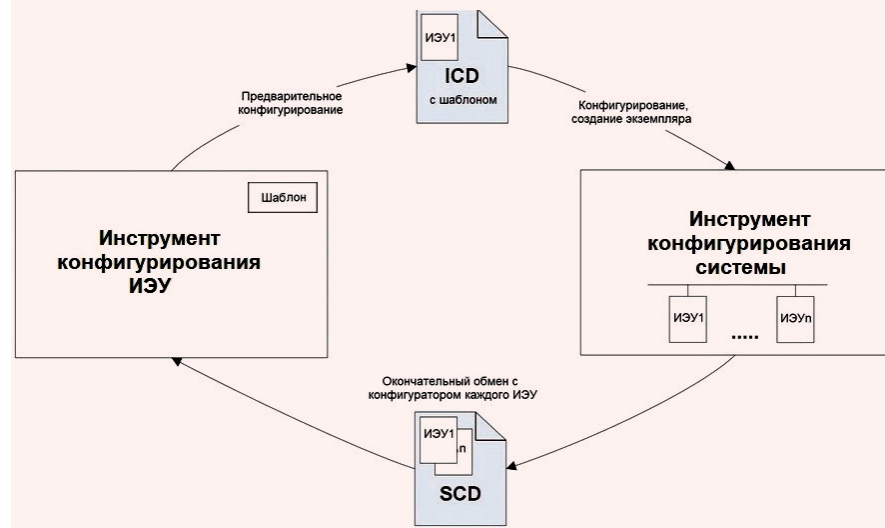


Рис. 4

с необходимыми для системы автоматизации функциями. Инструмент использует для этого базу данных описаний возможностей ИЭУ или файлы *.ICD, предоставляемые производителями ИЭУ. Инструмент также позволяет задать все коммуникации между ИЭУ для выполнения требуемых функций автоматизации подстанции.

Полученная конфигурация системы в виде файла *.SCD является полным описанием системы автоматизации подстанции по стандарту МЭК 61850. Это описание в формализованном синтаксисе языка SCL позволяет на всех последующих этапах в полуавтоматическом режиме использовать информацию о конфигурации системы иными программными инструментами, поддерживающими язык SCL, например, для конфигурирования ИЭУ и/или составления электронной документации. Инструмент должен иметь возможность импорта описаний ИЭУ и интерфейсов, а также

экспорта описания конфигурации системы.

Инструмент конфигурирования системы в общем случае должен

быть независимым от производителей ИЭУ инструментом. Но он может предусматривать и специфичную для конкретного производителя расширенную поддержку конфигурирования ИЭУ, осуществляемую с использованием приватных элементов SCL-синтаксиса.

3. Инструмент конфигурирования ИЭУ (IED Configuration Tool)

Программный инструмент конфигурирования ИЭУ предназначен для создания заданного набора функций и параметров для определенного ИЭУ в автоматизированной системе. Этот набор параметров определен производителем ИЭУ или, точнее, типом ИЭУ. Основные функции и параметры ИЭУ, а также прочие системные данные должны импортироваться из описания конфигурации системы, сделанного с помощью инструмента ее конфигурирования. Для этого инструмент конфигурирования ИЭУ должен поддерживать импорт описаний конфигурации из файла *.SCD на языке SCL. Все последующие новые функции, параметры и настройки ИЭУ

ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС ОПИСАНИЯ ОДНОЛИНЕЙНОЙ СХЕМЫ ЦПС В SCL-EXPRESS

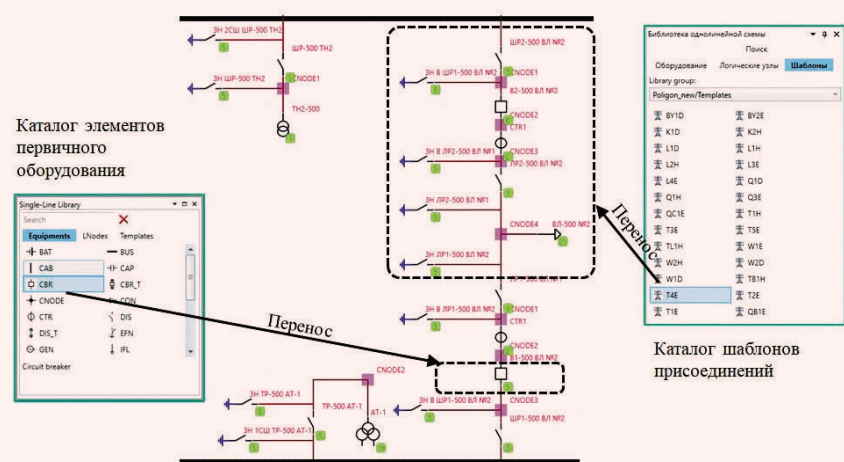


Рис. 5

ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС ИМПОРТА ДАННЫХ ИЗ SCL-ФАЙЛОВ В SCL-EXPRESS

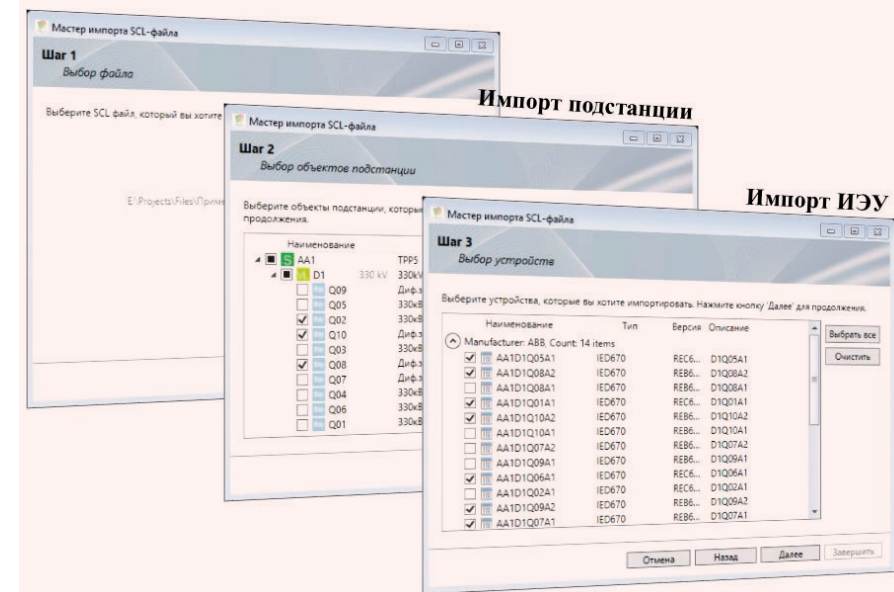


Рис. 6

также будет выполняться с помощью этого инструмента конфигурирования ИЭУ.

Инструмент конфигурирования ИЭУ, как правило, изготавливается и предоставляется его производителем.

Взаимоотношения инструментов конфигурирования системы и конфигурирования ИЭУ схематично показаны на рис. 4.

4. Инструмент документирования системы (Documentation Tool)

Программный инструмент документирования системы на основе формализованного описания конфигурации системы, находящейся в файле *.SCD, генерирует документацию установленного формата в соответствии с требуемыми стандартами. Информация, хранящаяся в файле *.SCD, содержит описание аппаратно-программных платформ, реализующих указанный функционал

ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС УСТАНОВКИ СООТВЕТСТВИЯ МЕЖДУ ЛОГИЧЕСКИМИ УЗЛАМИ ИЭУ И ПЕРВИЧНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ В SCL-EXPRESS

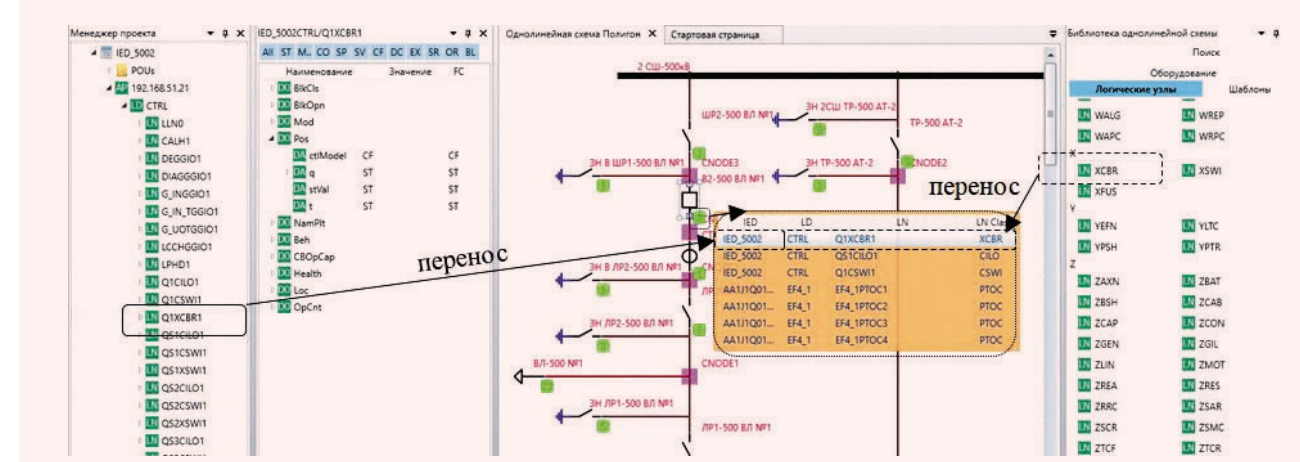


Рис. 7

ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС КОНФИГУРИРОВАНИЯ НАБОРА ДАННЫХ И ПАРАМЕТРОВ КОНТРОЛЬНОГО БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ КОММУНИКАЦИЕЙ

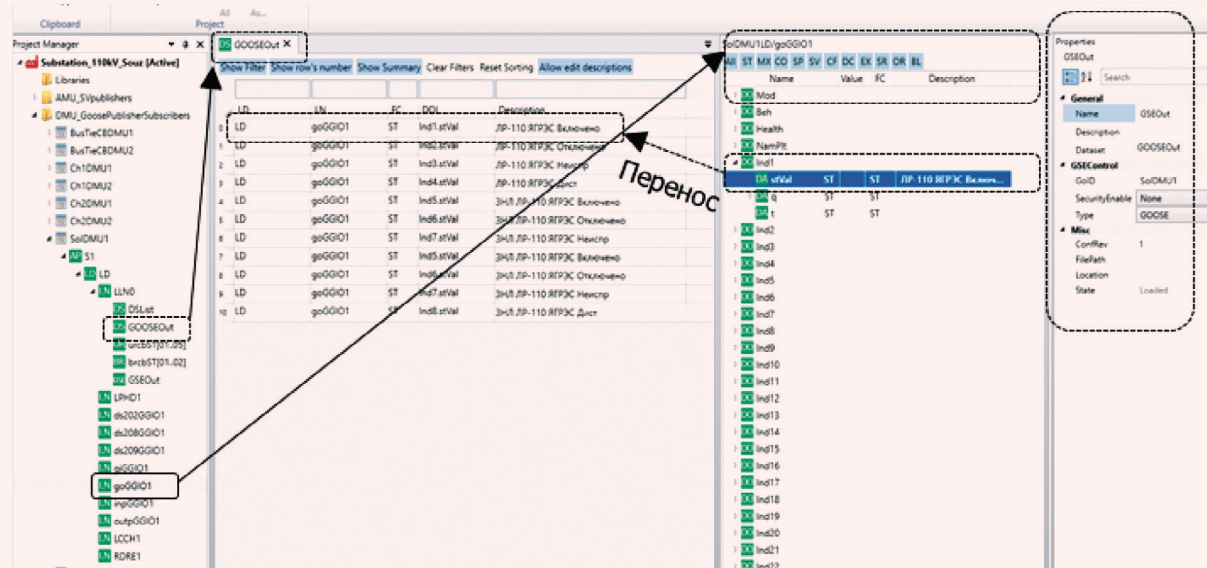


Рис. 8

со всеми интерфейсами и взаимосвязями между ИЭУ. В этом файле также хранятся описания программной части системы, достаточные для формирования функциональных и блок-схем, таблиц параметрирования с отображением всех взаимосвязей, которые были сделаны в процессе конфигурирования.

Возможности инструмента документирования системы должны базироваться на реализации описаний в соответствии с МЭК 61850-6 и могут быть дополнены описанием специфических свойств ИЭУ разных производителей, описанных в приватных полях. МЭК 61850-4 также не предусматривает ограничений на совмещение функций разных инструментов конфигурирования в одном программном продукте.

Следование правилам, закрепленным стандартом МЭК 61850, при проектировании и разработке

автоматизированных систем подстанций приносит ряд неоспоримых преимуществ:

- 1) использование инструмента конфигурирования системы подстанции позволяет генерировать один общий файл описания конфигурации системы, который включает в себя данные обо всех ИЭУ, тем самым сокращая трудозатраты на конфигурирование каждого экземпляра ИЭУ по отдельности. При этом также уменьшается возможность возникновения несогласованностей и разночтений в требованиях, исключаются ошибки ручного ввода конфигурационных параметров ИЭУ;
- 2) испытательные комплексы ИЭУ для цифровых подстанций при проведении испытаний позволяют импортировать необходимую информацию из файла описания конфигурации под-

станции, что позволяет сократить длительность проведения проверок и испытаний;

- 3) файл описания конфигурации подстанции, который содержит описания всех коммуникаций и форматы передающихся в системе данных, является эталонной моделью для мониторинга анализаторами сети передачи данных в технологической ЛВС подстанции.

В настоящее время российскими сетевыми компаниями декларируются планы по переходу от традиционных подстанций к цифровым с использованием технологий обмена данными на основе стандартов серии МЭК 61850. Проект подобного типа подстанций целесообразно разрабатывать в виде электронного описания, созданного на языке SCL, и актуализировать при всех вносимых в созданную

систему изменения на всех этапах жизненного цикла системы.

Уже сейчас публикуется нормативно-техническая документация (НТД), обязывающая подготавливать файлы на языке SCL в составе электронной документации цифровой подстанции:

- файл *.SSD на стадии составления проектной документации;
- файл *.SCD на стадии составления рабочей документации.

ПАО «ФСК ЕЭС» закрепляет это требование выпущенными в 2017 г. нормами технологического проектирования ПС 35–750 кВ [6] и формулирует задачу составления файлов, написанных на языке SCL, следующим образом:

«14.11.1.2. Проектная документация на ПС нового поколения должна разрабатываться с учетом требований стандартов МЭК 61850-4 и МЭК

61850-6, в частности, в рамках стадии разработки проекта заказчику должен передаваться файл описания спецификации ПС (SSD) в формате языка описания системы SCL в соответствии со стандартом МЭК 61850-6. В составе рабочей документации заказчику должен передаваться файл описания конфигурации ПС (SCD) в формате языка описания системы SCL в соответствии со стандартом МЭК 61850-6. Электронная проектная документация формата SCL должна в обязательном порядке сопровождаться визуально-графическим материалом с описанием всех значимых параметров конфигурации, а также путями передачи данных».

ПАО «Россети», начиная с 2019 г., согласно требованиям к технологическому проектированию цифровых ПС 110–220 кВ и узловых ПС 35 кВ, также требует формирования файлов, написанных на языке SCL, в составе электронной документации проекта [7]:

«4.9. При проектировании цифровой ПС должны быть разработаны и впоследствии включены в состав электронной документации цифровой ПС файлы электронной конфигурации SSD и SCD (и другие файлы SCL при необходимости) с учетом следующего:

- SSD- и SCD-файлы должны быть разработаны на базе языка SCL в соответствии с актуальной схемой, определенной в МЭК 61850;
- в SSD-файле должны быть описаны однолинейная схема ЦПС и логические узлы с привязкой к элементам однолинейной схемы;
- в SCD-файле должны содержаться описание подстанции (однолинейной схемы), описание коммуникаций между устройствами, описание ИЭУ и описание шаблонов типов данных».

Таким образом, задача формирования файлов, написанных на языке

ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС СОЗДАНИЯ GOOSE-КОММУНИКАЦИЙ МЕЖДУ ИЭУ В SCL-EXPRESS

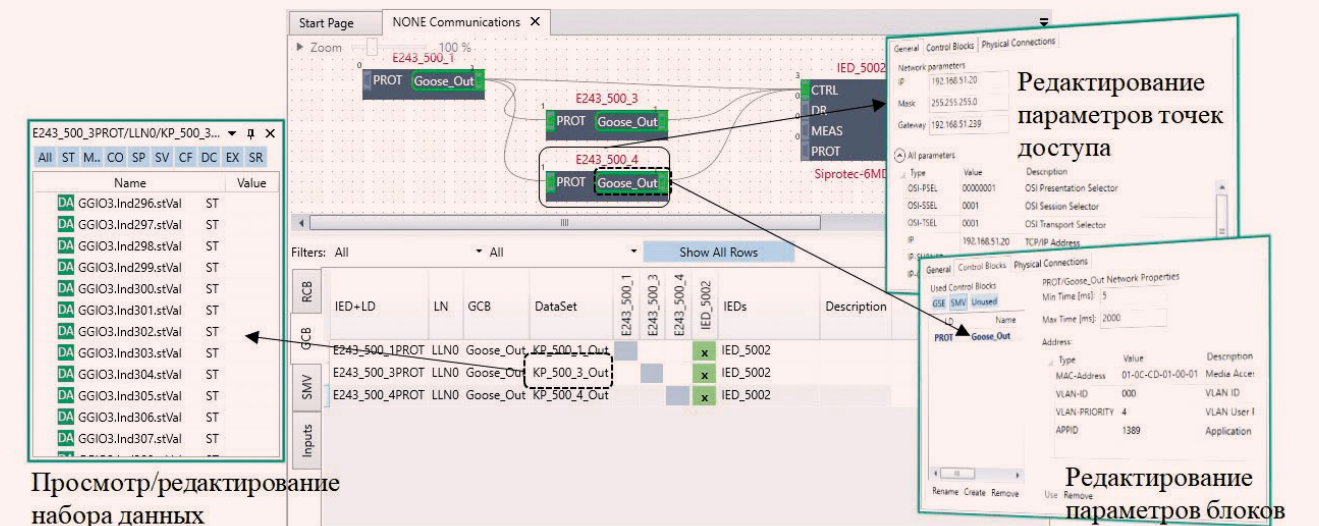


Рис. 9

ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦПС С ПРИМЕНЕНИЕМ SCL-EXPRESS

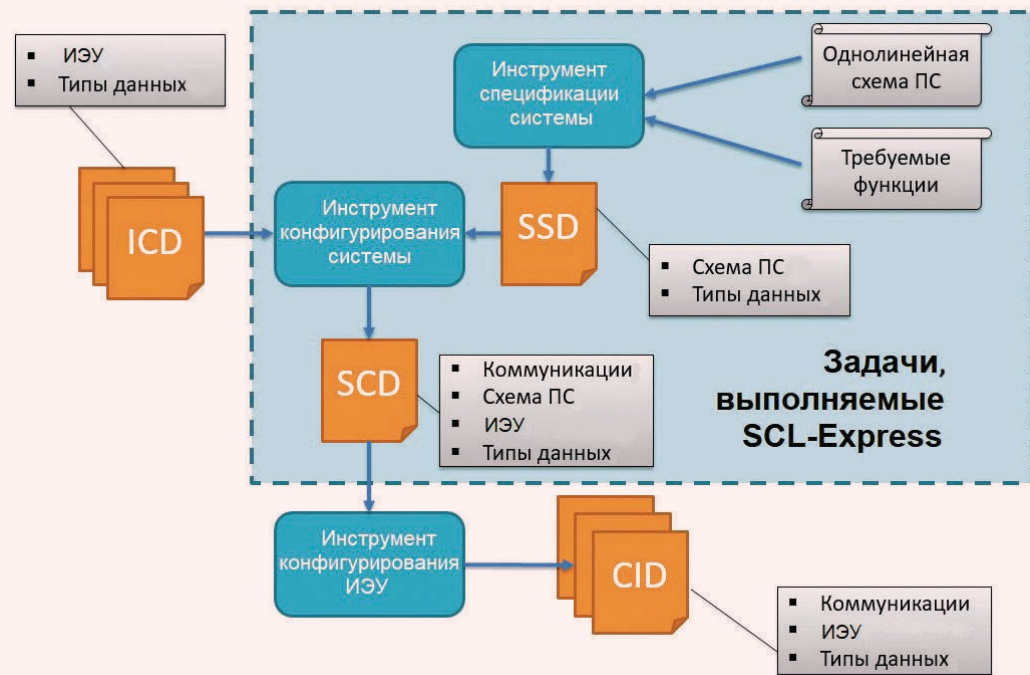


Рис. 10

SCL в ходе реализации проектов ЦПС, уже сейчас перешла в категорию задач обязательных к исполнению. При этом даже для тупиковой ПС по схеме № 110–4 Н объем файлов, написанных на языке SCL, достигает полумиллиона строк в программно-ориентированном формате. Поэтому для комфортной работы с такими файлами предполагается применение специализированных высокопроизводительных систем автоматического проектирования (САПР), как это и предусмотрено стандартом МЭК 61850.

Одним из инструментов описания конфигурации подстанции и работы с файлами, написанными на языке SCL, является конфигуратор ЦПС SCL-Express (далее — SCL-Express). ПО SCL-Express совмещает функционал инструмента спецификации системы и инструмент

конфигурирования системы [8]. ПО SCL-Express является графическим инструментом конфигурирования подстанции с поддержкой первой и второй редакций стандартов МЭК 61850, который позволяет создавать, настраивать, просматривать и редактировать конфигурацию подстанции (первичное оборудование, ИЭУ и коммуникационные связи между ними), согласно спецификации языка конфигурирования подстанций SCL.

ПО SCL-Express имеет следующие функциональные возможности:

- составление описания функциональной структуры подстанции и идентификации первичных устройств и их электрических соединений в виде графического редактора однолинейной схемы. Для составления схемы

подстанции имеется встроенный каталог элементов первичной схемы, определенных стандартом МЭК 61850–6, и каталог шаблонов присоединений и/или подстанций. Составление схемы осуществляется путем переноса мышью необходимого множества элементов из области каталога в область редактирования с последующим соединением их между собой. Визуализация графического интерфейса редактора схемы ЦПС показана на рис. 5;

- импорт в рабочий проект данных из SCL-файлов с предварительным выполнением проверки импортируемых файлов на соответствие синтаксису, определенному в XML schema для языка SCL. При этом поддерживается выбор импортируемых данных

(подстанция/ИЭУ). Визуализация графического интерфейса показана на рис. 6;

- составление описания функций системы автоматизации на ЦПС в виде логических узлов. Связывание функций с элементами первичного оборудования, к которым они относятся, методом переноса мышью логического узла из библиотеки логических узлов, определенных стандартом МЭК 61850–7–4 [9], в область редактирования схемы ПС. Установка соответствия между заявленной к реализации функцией и функцией, выполняемой используемым ИЭУ, осуществляется аналогично методом переноса мышью логического узла из обзорителя информационной модели ИЭУ в область редактирования схемы ПС. Визуализация графического интерфейса показана на рис. 7;

- составление описания набора данных путем переноса мышью объекта данных или атрибута данных из области обзорителя информационной модели ИЭУ в область редактирования набора данных с возможностью описания параметров блоков управления коммуникацией путем заполнения значений стандартом определенных атрибутов. Визуализация графического интерфейса показана на рис. 8;

- составление описания необходимых коммуникаций (рис. 9) между ИЭУ для выполнения функций системы автоматизации на ЦПС с возможностью:

- 1) создания подсетей и размещения ИЭУ в рамках подсетей;
- 2) редактирования коммуникационных параметров

точек доступа ИЭУ в подсеть;

- 3) редактирования коммуникационных параметров блоков управления коммуникациями ИЭУ;
- 4) описание конкретных коммуникаций между ИЭУ с возможностью детализации до атрибутов данных.

SCL-Express создан для упрощения процесса проектирования цифровой ПС как на этапе описания спецификации системы, так и на этапе конфигурирования системы. Схематичное изображение этапов проектирования ЦПС представлено на рис. 10.

Использование SCL-Express позволяет решать актуальные задачи при проектировании цифровых ПС, а именно:

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИНСТРУМЕНТОВ КОНФИГУРИРОВАНИЯ ЦПС С ПРИМЕНЕНИЕМ SCL-EXPRESS

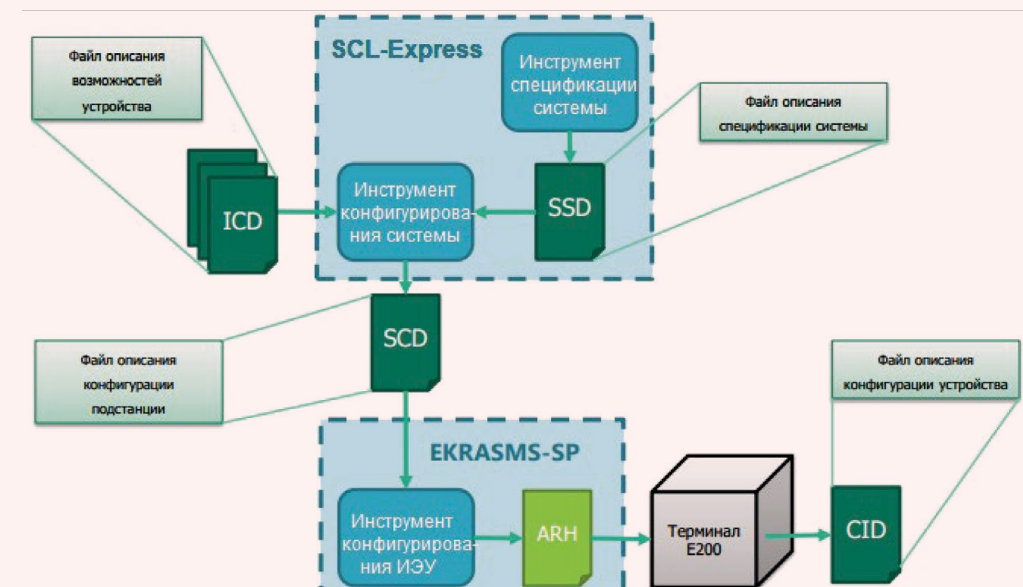


Рис. 11

а) упростить процессы создания файлов описания конфигурации и повышения качества восприятия информации за счет визуализации данных в интуитивно понятном графическом интерфейсе пользователя, обеспечивающего низкий «порог вхождения» в сферу электронного проектирования ЦПС;

б) проводить автоматическую проверку загружаемых файлов, написанных на языке SCL, на соответствие используемой в проекте подстанции версии схемы описания структуры файла (XML Schema) и формализованным правилам проектирования согласно стандарту МЭК 61850-6.

Формируемый SC-Express файл на языке SCL при необходимости может дополняться ИЭУ-специфичной информацией о конфигурации устройств производителя, записанной в приватные элементы SCL-синтаксиса. Такой подход позволяет автоматически импортировать информацию из описания конфигурации системы в конфигурацию самого ИЭУ [10, 11], что, в свою очередь, дает возможность уйти от повторной ручной настройки конфигурации ИЭУ и, следовательно, сократить время на интеграцию ИЭУ в систему автоматизации подстанции.

Схематичное изображение такого взаимодействия инструментов конфигурирования ЦПС показано на рис. 11.

Изложенные в статье основы цифрового проектирования являются первым шагом на пути трансформации процессов создания цифровых подстанций как массовой технологии в электроэнергетике. Объем данных при внедрении ЦПС (технологических и сетевых настроек), которые нужно заложить при проектировании, говорит

о невозможности создания проекта ЦПС без существенных ошибок на этапе его разработки при отсутствии средств автоматического проектирования (САПР). SCL-Express является отечественным САПР для создания цифрового проекта ЦПС. Этот инструмент по функциональности не уступает мировым аналогам, средствами которого создаются проекты ЦПС, внедряемые в настоящее время в ЕЭС России.

ВЫВОДЫ

1. В ведущих российских электросетевых компаниях требование к составлению файлов описания спецификации и конфигурации вторичных систем подстанций и технологических систем цифровых подстанции на основе стандарта МЭК 61850 на этапе проектирования становится обязательным.
2. Использование файлов описания спецификации (*.SSD) и конфигурации (*.SCD) вторичных систем подстанций и технологических систем обеспечивает централизованное хранение всех параметров настройки системы, что исключает несогласованность вносимых изменений в проект. Эта информация широко используется прочими программными инструментами благодаря единым правилам формализованного описания языка SCL на протяжении всего жизненного цикла подстанции.
3. ПО SCL-Express, разработанное и поставляемое ООО НПП «ЭКРА», позволяет составлять как описание спецификации, так и описание конфигурации системы автоматизации на подстанции на основе группы стандартов МЭК 61850.

ЛИТЕРАТУРА

1. IEC 61850-8-1 (2011). Communication networks and systems for power utility automation. Part 8-1: Specific communication service mapping (SCSM) — Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3.
2. Положение ПАО «Россети» «О единой технической политике в электросетевом комплексе» (редакция от 08.11.2019) URL: <https://www.rosseti.ru/investment/science/tech/doc/tehpolitika.pdf> (дата обращения 15.07.2020).
3. Электронный каталог типовых технических решений РЗА и АСУ ТП ПАО «ФСК ЕЭС»//А. С. Шеметов, И. Л. Архипов, М. В. Брагуца, Т. В. Ковыршина. URL: <https://cis-ees.ru/RUM/eMagazine/Articles/Details/1076> (дата обращения 15.07.2020).
4. IEC 61850-4 (2011). Communication networks and systems for power utility automation. Part 4: System and project management.
5. IEC 61850-6 (2009). Communication networks and systems for power utility automation. Part 6: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs Edition 2.0 2009-12.
6. ПАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.240.10.248-2017. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС). URL: http://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO_56947007-29.240.10.248-2017.pdf (дата обращения 15.07.2020).
7. ПАО «РОССЕТИ» СТО 34.01-21-004-2019. Цифровой питающий центр. Требования к технологическому проектированию цифровых подстанций напряжением 110-220 кВ и узловых цифровых подстанций напряжением 35 кВ. URL: https://www.rosseti.ru/investment/standart/corp_standart/doc/СТО_34.01-21-004-2019.pdf (дата обращения 15.07.2020).
8. Конфигуратор ЦПС «SCL-Express». URL: <https://soft.ekra.ru/EnterpriseSoftware> (дата обращения 15.07.2020).
9. IEC 61850-7-4 (2010). Communication networks and systems for power utility automation. Part 7-4: Basic communication structure. Compatible logical node classes and data object classes.
10. ПО EKRASMS-SP. URL: <https://soft.ekra.ru/smssp/ru/main> (дата обращения 15.07.2020).
11. ПО EKRASMS. URL: <https://dev.ekra.ru> (дата обращения 15.07.2020).



РОССЕТИ

ФСК ЕЭС

Научно-технический центр

В СТРЕМЛЕНИИ К ИННОВАЦИЯМ

