



➤ ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АИИСКУЭ

В рамках федеральной энергетической стратегии необходимость совершенствования учета потребляемых энергоресурсов представляет собой важную задачу, позволяя предотвратить нерациональные затраты, восполнить дефицит электроэнергии и обеспечить должный топливно-энергетический баланс на энергосбытовом предприятии. С точки зрения потребителя, важна стоимость эксплуатации системы — строгий учет всех расходов ведет к снижению общей цены электроэнергии в затратах предприятия.

Как правило, процесс учета электроэнергии связан со значительной тратой усилий со стороны организации, эксплуатирующей систему. Создание автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИСКУЭ) является той мерой, которая позволяет объединять информационное пространство, выявлять недостатки во взаиморасчетах

между ресурсоснабжающими организациями и конечными потребителями их товара — энергии.

Концепция автоматизированной системы учета подразумевает проектирование АИИСКУЭ в рамках высокотехнологичного решения ряда задач: от задачи взаиморасчета за электроэнергию до решения проблемы выявления потерь и неучтенного потребления.

Проектирование, дальнейшее создание и эксплуатация системы АИИСКУЭ предполагают полный комплекс работ, направленных на ее успешное функционирование, и подразделяются на три этапа:

- создание АИИСКУЭ — от проекта до пусконаладки;
- организация нормального функционирования систем передачи данных;
- техническое сопровождение в период эксплуатации.

Создание АИИСКУЭ затрагивает все внедренческие этапы: проектирование,

поставку, монтажные и пусконаладочные работы, внесение системы в Государственный реестр измерительных средств, сертификацию и метрологические проверки.

Проектирование сложных технических объектов, к которым относятся и АИИСКУЭ, как правило, выполняется автоматически, то есть с помощью САПР-систем автоматизированного проектирования. САПР — организационно-техническая система, состоящая из комплекса средств автоматизации проектирования, взаимосвязанного с подразделениями проектной организации, и выполняющая автоматизированное проектирование. САПР следует понимать и как компьютерную программу, и как организационно-техническую систему в широком смысле. Основные цели и задачи таких систем:

- выполнить формирование необходимого комплекта проектной документации;

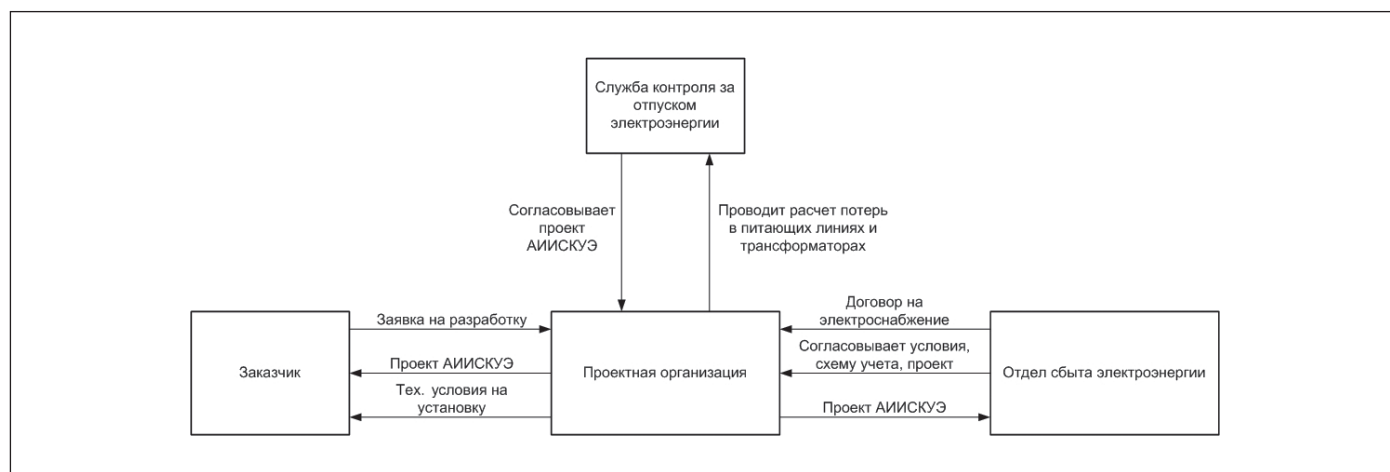


Рис. 1. Структура взаимодействия

- обеспечить оформление проектных документов в виде, соответствующем предоставленному образцу;
- обеспечить стабильное или более высокое качество проекта в части технических решений и в части оформления проектной документации. Обеспечить соответствие действующим нормам и правилам, исключить ошибки проектирования;
- обеспечить возможность внесения изменений в готовый комплект проектной документации;
- снизить трудозатраты на всех стадиях разработки проекта благодаря максимальной автоматизации процесса проектирования; выполнить настройку информационного обеспечения САПР таким образом, чтобы в дальнейшем выполнении проектов мог заниматься специалист, незнакомый с "тонкостями" работы САПР;
- обеспечить возможность развития сформированного информационного обеспечения собственными силами.

Создание технических проектов автоматизации учета электрической энергии и мощности для промышленных предприятий невозможно без тщательной проработки вопросов выбора, размещения и установки технических средств АИИСКУЭ, устройств сбора и передачи информации — причем выполняться она должна, как правило, сотрудниками специализированных отраслевых проектных институтов.

Весь комплекс мероприятий включает два этапа:

- подготовительные работы и сбор информации по электроснабжению;
- разработка проектных решений и оформление технической документации.

На первом этапе проводятся обследование и изучение существующей схемы учета и системы расчетов за потребленную электроэнергию. При этом уточняются, анализируются и включаются в отчет следующие документы:

- перечень субабонентов, рассчитывающихся с основным абонентом;
- перечень счетчиков электрической энергии (активной и реактивной), по которым ведутся расчеты с основным абонентом, его субабонентами и потребителями других тарифных групп — с указанием параметров учета (коэффициенты трансформаторов тока и напряжения, число импульсов и т.д.);
- схема размещения всех счетчиков активной и реактивной энергии на принципиальной электрической схеме электроснабжения;
- акты разграничения балансовой принадлежности электрических сетей и трансформаторов.

По результатам обследования решаются принципиальные вопросы создания АИИСКУЭ, в том числе следующие:

- на базе какой системы учета будет выполнена АИИСКУЭ;
- место установки вычислительного комплекса АИИСКУЭ;
- способ обеспечения связи счетчиков с устройствами сбора данных (УСД) и с вычислительным комплексом АИИСКУЭ;
- способ передачи информации на пункт сбора отдела сбыта энергии;
- автоматического включения резерва и другие вопросы.

На рис. 1 представлены структура взаимодействия проектной организации со службами заказчика и информационные потоки при разработке АИИСКУЭ.

Анализ существующей технологии проектирования выявил некоторые ее недостатки:

- неопределенность исходных данных;
- методологические и организационные ограничения;
- отсутствие единой информационной основы проекта;
- множество промежуточных информационных потоков;
- слабая управляемость процесса проектирования.

Большинство существующих программ и программно-информационных комплексов, призванных автоматизировать процесс проектирования систем рассматриваемого класса, к сожалению, не снимают остроту проблем, связанных с перечисленными недостатками. Зачастую они автоматизируют лишь отдельные процедуры, действия и операции. Не позволяют добиться сквозной автоматизации, а только механизмируют проектирование. Для них требуется ввод большого объема исходных данных, которые зачастую не согласованы между собой.

Становится актуальной задача автоматизации построения информационной структуры проектируемой системы (модели), которая впоследствии служит источником данных для выпуска проектной документации. Решением является применение агрегативно-декомпозиционной технологии (АД-технологии). Отличительная особенность АД-технологии заключается в информационной интеграции описаний проектируемой системы на всех этапах ее технического синтеза на основе понятия единой модели проекта. Единая модель проекта отражает процесс его "эволюции" от начального



УчетВид	КлассТочн	ТрансформаторТока	ДлинаКабеля	ТрансформаторТокаКлассТочн	ТрансформаторТокаКлассТочн	ТрансформаторТокаКлассТочн	ТрансформаторТокаКлассТочн	ТрансформаторТокаКлассТочн	ТрансформаторТокаКлассТочн
технологический	0.25	TA1W2C.1	150	0.25	800/1				
технологический	0.25	TA1W6C.1	150	0.25	800/1				
технологический	0.25	TA1LC.5	210	0.25	500/1				
технологический	0.25	TA1T2C.5	210	0.25	500/1				
технологический	0.25	TA1T1G.5	190	0.25	1500/1				
технологический	0.25	TA1T2G.5	140	0.25	1500/1				
коммерческий	0.25	TAW4G.1	230	0.25	1200/1				
коммерческий	0.25	TAW5G.1	210	0.25	1200/1				
технологический	0.25	TAC6G.5	200	0.25	2000/1				
коммерческий	0.25	TAW8G.1	190	0.25	1200/1				
коммерческий	0.25	TAW9G.1	170	0.25	1200/1				
технологический	0.5S	TAT1H2.1	50	0.25	50/5				
технологический	0.5S	TAT3H2.1	50	0.25	50/5				
технологический	0.5S	TAT2H2.1	50	0.25	50/5				
технологический	0.5S	TA1TN1.2	50	0.5S	2000/5				
технологический	0.5S	TA1GN1.2	50	0.5S	2000/5				
технологический	0.5S	TA1TN3.2	50	0.5S	2000/5				
коммерческий	0.5S	TA1TN2.2	50	0.5S	600/5				

Рис. 2. Фрагмент примера технического задания

технического задания до полной параметрической модели [1, 2].

Нередко на момент начала работы над проектом заказчик не может предоставить исходные данные в объеме, достаточном для выполнения проекта имеющимися ресурсами, традиционными средствами и в необходимые сроки. Для обеспечения заданных сроков сдачи проектной документации требуется рационально распределить трудовые ресурсы на все время выполнения договора. Это осуществляется путем разделения работ на подготовительные и основные.

В рамках автоматизированной технологии подготовительные работы занимают значительную часть времени и включают следующие процедуры: настройку средств проектирования, отладку автоматизированных проектных процедур и операций, тестирование на предварительных проектных данных. Основной, конечный проект формируется максимально быстро по мере поступления/накопления достаточного объема исходных данных ближе к сроку завершения работ. Такую динамику в большом проекте может обеспечить только применение автоматизированного проектирования. Кроме того, очевидно, что исходные данные, полученные на момент начала проектных работ, будут неизбежно и в достаточном количестве скорректированы. Например, в процессе выполнения проекта заказчик может не раз потребовать замены моделей используемых кабелей. Это не должно приводить к значительным трудозатратам, так как от применяемых программных средств требуется обеспечить как быстрый поиск нужных элементов в проекте, так и внесение необходимых групповых изменений, в том числе с их автоматическим отображением в уже сформированных проектных документах

элементов в проекте, так и внесение необходимых групповых изменений, в том числе с их автоматическим отображением в уже сформированных проектных документах.



процедур применения. Под ними подразумеваются комплексные проектные процедуры, которые обеспечивали бы выполнение типовых цепочек проектных действий нажатием одной кнопки. Участие специалиста в процессе проектирования сводится тогда к функции "оператора", а не непосредственного исполнителя. Такое решение позволяет снизить трудозатраты специалиста, экс-

плутирующего САПР при выполнении проекта, и значительно упрощает интерфейс.

В рамках описываемой технологии исходными данными для автоматизированного процесса проектирования являются:

- техническое задание на проектирование;
- главная электрическая схема;
- схема распределения по трансформаторам тока и напряжения устройств информационно-технологических систем (схема ИТС);
- образец проекта;
- действующие нормы и правила ФСК ЕС, руководящие материалы;
- инструкции и рекомендации по применению САПР.

Для автоматизации процесса проектирования требуется настройка информационного обеспечения системы автоматизированного проектирования. В состав информационного обеспечения могут входить:

- шаблоны проектных документов;
 - комплект графических блоков;
 - настройки процедур формирования проектных документов;
 - база данных и знаний;
 - пользовательские процедуры и операции;
 - настройки среды проектирования.

Комплект графических блоков можно сформировать путем копирования графики из чертежей во встроенный графический редактор системы автоматизированного проектирования с последующей доработкой информационной части. По ходу выполнения проекта может быть проведена процедура унификации и доработки графических блоков с целью повышения качества оформления проектной документации. При выполнении этой работы возможно внесение изменений и обновление графических блоков в уже сформированных документах.

База данных и знаний должна формироваться на основании действующих стандартов ФСК ЕС и обеспечивать хранение не только параметрических объектов, но и структурных решений. В процессе доработки в базу данных могут быть добавлены типовые схемы подключения счетчиков, разветвителей интерфейсов, типовая схема шкафа УСПД (устройство сбора и передачи данных) и верхнего уровня системы АИИСКУЭ.

ХТЗ Токовые цепи			
SF6-1	301	A602	SX1-UA,X332
X351	302	B602	SX1-UB,X333
SF6-3	303	C602	SX1-UC
SF6-5	304	N602	SX1-0'
TA1.A:1U1	305	A411	SX1-2'
TA1.B:1U1	306	B411	SX1-4'
TA1.C:1U1	307	C411	SX1-6'
TA1.A:1U2	308	N411	SX1-1'
TA1.B:1U2	309	N411	
TA1.C:1U2	310	N411	

Рис. 3. Фрагмент токовых цепей

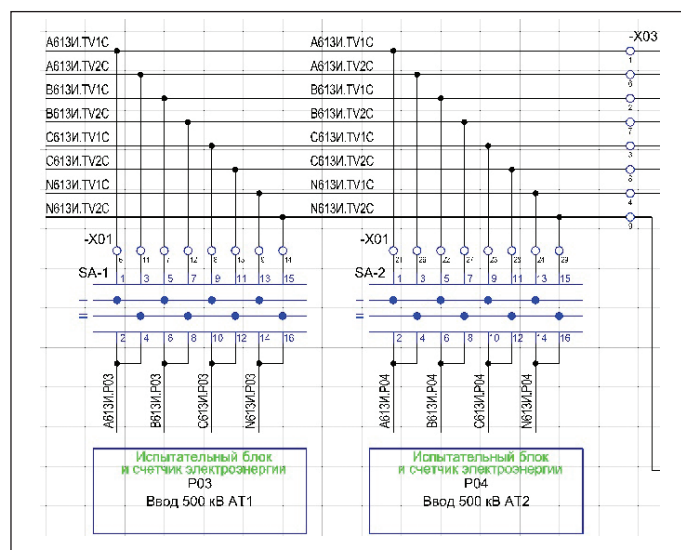


Рис. 4. Фрагмент цепей напряжения

Также база данных и знаний может содержать готовые фрагменты в части номенклатуры кабелей, монтажных частей и т.д.

Техническое задание на проектирование формируется на основании главной схемы, технического задания на проектирование системы АИИСКУЭ и схемы ИТС и представляет собой таблицу, строка которой отражает требования к отдельно взятому каналу измерения (учета). Фрагмент примера технического задания приведен на рис. 2. В техническое задание входят характеристики точки учета, измерительных трансформаторов тока и напряжения, данные о распределении счетчиков по шкафам, метрологические характеристики элементов канала учета.

Процесс проектирования можно представить в виде последовательности следующих процедур и операций:

- ввод исходных данных из таблицы технического задания — добавление в проект элементов "Учет";
- проектирование каналов учета — добавление в проект элементов и связей принципиальной схемы подключения канала учета (счетчик, испытательная коробка, переключатель цепей напряжения, подключение к измерительному трансформатору напряжения и т.д.);
- проектирование интерфейса (RS232, RS485 и т.д.) — добавление в проект комплектов разветвителей и преобразователей интерфейса;
- проектирование схемы резервного питания счетчиков — добавление

в проект элементов схемы резервного питания (автоматические выключатели, клеммы с расцепителями и т.д.);

- проектирование клеммников шкафов счетчиков: цепи тока и напряжения (левая сторона) — добавление в проект и организация заданной структуры клеммников тока и напряжения; информационные цепи (правая сторона) — добавление в проект и организация заданной структуры информационных клеммников; цепи напряжения (низ) — организация заданной структуры связей напряжения в пределах шкафа счетчиков и добавление в проект клеммников напряжения; цепи питания (правая сторона) — добавление в проект и организация заданной структуры клеммников питания; цепи сигнализации (правая сторона) — добавление в проект и организация заданной структуры клеммников сигнализации; объединение клеммников правой стороны в один;
- определение параметров клемм и атрибутов клеммника (дин рейка, концевые стопоры, таблички и т.д.) — добавление клеммам в клеммниках характеристик, соответствующих параметрам их подключений, добавление в проект элементов, состав которых зависит от сформированной структуры клеммников;
- проектирование шкафа УСПД — добавление в проект шкафа УСПД типового состава (УСПД, схема пи-

тания, клеммники, оборудование и т.д.);

- проектирование кабелей — добавление в проект кабелей, добавление кабелям требований в соответствии с типами коммутируемых сигналов, добавление информации о сигналах в кабелях, добавление позиций кабелей);
- формирование проектных документов;
- выбор характеристик оборудования по номенклатурам производителей — добавление техническим средствам параметров в соответствии с их проектными характеристиками;
- формирование сводных проектных документов (ведомости документов).

На втором этапе работ разрабатываются проектные предложения, готовятся, согласовывается и утверждается проектная документация. Основным документом здесь является проектная схема автоматизации коммерческого учета. На проектной схеме показываются все места установки расчетных счетчиков, УСД и место расположения вычислительного комплекса АИИСКУЭ. В проекте предусматривается способ передачи информации на пункты сбора отделов сбыта.

В ходе реализации второго этапа проектирования АИИСКУЭ разрабатывается следующая проектная документация:

- схема учета;
- перечень каналов учета;
- принципиальные электрические схемы шкафов счетчиков:
 - токовые цепи (рис. 3),
 - цепи напряжения (рис. 4),

Рис. 5. Фрагмент цепей сигнализации



- схема заполнения шкафа,
- принципиальные электрические схемы,
- перечень оборудования,
- ряды зажимов,
- таблица соединений,
- таблица подключений.

Технология, представленная в этой статье, исследуется в рамках работ АО "За-
рубежэнергопроект" при проектировании
ряда энергетических объектов. Ана-
лиз исследований показал, что эта тех-
нология позволяет:

- повысить качество проектной документации;
- сократить сроки проектирования;
- уменьшить количество ошибок в выполняемых проектах;
- многократно использовать данные уже реализованных проектов (автоматизированное тиражирование проектных решений).

По некоторым экспертным оценкам, степень автоматизации при проектировании возрастает до 80-85%, а производительность труда – в 2-4 раза в зависимости от уровня типизации систем.

*Иван Кудряшов,
главный специалист
ООО "СиСофт Иваново"
Евгений Целищев,
профессор кафедры ИТ ИГЭУ
Александр Салин,
заместитель начальника
САПР в энергетике" ИГЭУ
Денис Зомарев,
транзит кафедры СУ ИГЭУ
Тел.: (4932) 26-9655
E-mail: tselishev@ivanovo.csoft.ru,
kudryashov@ivanovo.csoft.ru*

1. Целищев Е.С. и др. Технология проектирования тепловых электростанций и методы ее компьютеризации. – М.: Энергоатомиздат, 1997. – 232 с.
2. Целищев Е.С., Глязнецова А.В. Методы достижения максимальной эффективности применения САПР при разработке проектов АСУТП // Автоматизация в промышленности. – 2013, № 9, с. 10-17.