

УДК 621.311:681.3

Использование проектной базы данных САПР ТАИ
при эксплуатации АСУ ТП ТЭЦ© 2013 г. Трофимов А.В.¹, Лопатин В.В.²ООО “Энергоавтоматика”¹ – НИУ МЭИ²

Предлагается использование базы данных проекта, выполненного в рамках системы автоматизированного проектирования тепловой автоматики и измерений (САПР ТАИ), для организации службами эксплуатации хранения и обработки информации об аппаратуре АСУ ТП ТЭЦ. Рассматривается структура информации по нижнему (датчики и исполнительные устройства) и верхнему [шкафы программно-технических комплексов, модули устройств связи с объектами (УСО), подключение сигналов] уровням АСУ ТП. Дается описание состава проектной документации, структуры базы данных проекта. Показаны элементы интерфейса пользователя программы.

Ключевые слова: АСУ ТП, ТЭЦ, программно-технический комплекс, САПР, базы данных, автоматизация проектирования.

DOI: 10.1134/S0040363613100111

Идея написания этой статьи возникла после очередной командировки для предпроектного обследования и сбора исходных данных для разработки полномасштабной модернизации АСУ ТП энергоблока 300 МВт с заменой существующей системы контроля и управления, выполненной на традиционной аппаратуре, на микропроцессорную.

Трудности поиска “старой” проектной документации, данных по изменениям проекта, внесенным в ходе эксплуатации, хорошо знакомы специалистам, занимающимся реконструкцией объектов энергетики [1]. И понятно, что собранные в течение недели напряженных поисков проектировщиков и персонала станции 18 кг чертежей (взвешено авиаперевозчиком) не дадут полной картины об используемых датчиках, исполнительных устройствах, их схемах соединений и потребуются неоднократное уточнение данных.

В настоящее время при разработке проектов обычно вместе с бумажной копией заказчику передаются файлы на электронном носителе. Как правило, это файлы в формате PDF, не предназначенные для оперативной работы, хотя наличие средств поиска нужных данных во многих случаях могло бы помочь в процессе эксплуатации АСУ ТП, так как объемы информации весьма значительны. Так, для энергоблока 250 МВт количество датчиков аналоговых сигналов состав-

ляет около 1500, запорно-регулирующей арматуры (ЗРА) – 400, механизмов собственных нужд (МСН) – 80; общее количество сигналов – более 5000. Ранее автор принимал участие в разработке специализированных автоматизированных рабочих мест для служб электроцеха и цеха ТАИ [2], обеспечивающих удобный доступ к информации об эксплуатируемом оборудовании. Основная проблема при внедрении этих систем заключалась в наполнении базы данных, так как на станциях не было персонала для ведения этой работы. Решению этой проблемы могло бы помочь использование проектной базы данных АСУ ТП.

При разработке проекта в создаваемой документации описываются всё используемое оборудование и схемы его подключения. Если разработка проекта ведется не просто в виде отдельных чертежей, а с использованием САПР, то информация первоначально накапливается в базе данных проекта. В [3] была рассмотрена САПР ТАИ, ориентированная на разработку проектов нижнего и верхнего уровней современных микропроцессорных АСУ ТП. Уже длительное время САПР используется при разработке проектной документации, что существенно повышает производительность труда проектировщиков и качество выполнения проекта: они позволяют автоматизировать создание основных видов проектно-конструкторской документации, таких как перечень измеряемых параметров (температура, давление, расход и пр.); перечень ЗРА и МСН; спецификация аппаратуры; схемы кабельных и трубных соединений приборов и исполнительных устройств;

¹ 111250, Москва, Красноказарменная ул., д. 14. НИУ МЭИ.

² 109316, Москва, Остаповский пр., д. 3, стр. 2. ООО “Энергоавтоматика”.

Номер позиции	Наименование параметра	Рабочее значение	Диапазон измерения	Сигнализация	САР	Выход на ВБС	Показывание на БЩУ	Контроль на месте	Защита и блокировка	Примечание
3С-074:	Уровень конденсата в основном отсеке ПСГ-2	0 см	0...40 см			X				
3С-075:	Уровень конденсата в конденсатосборнике ПСГ-2	0 см	0...63 см			X			X	
3С-077a:	Электропроводность конденсата за ПСГ-2	0 мкСм/см	0...1 мкСм/см			X				
3С-077b:	Электропроводность конденсата за ПСГ-1	0 мкСм/см	0...1 мкСм/см			X				
3С-080:	Давление пара в ПСГ-1	0 кгс/см2	0...4 кгс/см2 (абс.)			X		X	X	
3С-080-2:	Давление пара в ПСГ-1	0 кгс/см2	0...4 кгс/см2 (абс.)			X		X	X	
3С-081:	Давление пара в ПСГ-2	2,5 кгс/см2	0...4 кгс/см2 (абс.)			X		X		
3С-082:	Давление сетевой воды до ПСГ-1	5 кгс/см2	0...10 кгс/см2			X		X		
3С-083:	Давление сетевой воды за ПСГ-2	5 кгс/см2	0...10 кгс/см2			X		X		
3С-авт029a:	Температура в отборе на ПСГ-1	60 град_С	0...400 град_С			X				Панель N24С
3С-авт029b:	Температура в отборе на ПСГ-2	60 град_С	0...400 град_С			X				Панель N24С
3С-авт029a:	Температура сетевой воды после ПСГ-1	60 град_С	0...150 град_С			X				Панель N24С
3С-авт029b:	Температура сетевой воды после ПСГ-2	125 град_С	0...150 град_С			X				Панель N24С

Рис. 1. Фрагмент перечня параметров

таблицы заполнения и задание заводу на изготовление шкафов сборок задвижек; кабельный журнал; таблицы подключения аналоговых и дискретных входных и выходных сигналов программно-технического комплекса (ПТК); схемы подключения сигналов и монтажно-коммутиционные схемы шкафов ПТК; описание щитовых устройств.

За длительное время эксплуатации САПР ТАИ в ОАО «ЦКБ Энергоремонт» и в дальнейшем в ООО «Энергоавтоматика» с ее помощью выполнены десятки проектов АСУ ТП ТЭЦ (Ново-Рязанская, Владимирская, Пензенская, многие станции Мосэнерго и др.). Так как разработка проектов нижнего уровня велась для различных ПТК верхнего уровня, для формирования схем подключения сигналов в базе данных САПР накоплен большой объем информации по контроллерам и модулям УСО различных производителей (FREELANCE от ABB, SPPA-3000 от Siemens, TREI, ТЕКОН и др.). Работа с базой данных проекта позволяет автоматизировать обмен данными в процессе разработки проекта между проектировщиками нижнего и верхнего уровней АСУ ТП. В базе данных проектов САПР ТАИ были созданы специальные запросы, позволяющие автоматически заполнять базы данных для SPPA-3000 («Интеравтоматика»), Ovation, используемых при конфигурировании ПТК.

Удобный проблемно-ориентированный интерфейс пользователя программы, понятный как проектировщикам, так и эксплуатационному персоналу АСУ ТП, позволяет легко получать различную информацию для решения задач не только проектирования, но и эксплуатации.

Самая многочисленная составляющая АСУ ТП – датчики сигналов. На рис. 1 представлен фрагмент перечня параметров АСУ ТП, в котором приведены обозначения и названия сигналов, рабочие значения и диапазоны измерений, используемые подсистемы [измерения, сигнализация, автоматическое регулирование, защиты и блокировки, наличие вторичных приборов для отображения на бло-

ном щите управления (БЩУ)]. Перечень может быть сформирован по разным видам измерений (температура, давление, расход и пр.), можно задавать различные фильтры для отбора информации, использовать поисковые процедуры.

С каждым из параметров связана информация о его физической реализации, для доступа к ней достаточно простого нажатия кнопки. На рис. 2 приведена форма с полной информацией о выбранном из списка параметре. В ней содержатся: тип прибора (данные из спецификации); номер типовой схемы отбора (определяет импульсные трубы и вентили); обозначение стенда датчиков, на котором установлен прибор; номер и тип кабеля от датчика к шкафу ПТК, к которому подключается сигнал; тип сигнала (унифицированный, термопара, термосопротивление); номера крейта, модуля УСО и канала. Если с измерением параметра связано различное оборудование (гильзы, разделительные сосуды, вторичные приборы), оно также будет отражено на форме.

Формирование перечней сигналов и исполнительных устройств ведется на основе P&I диаграмм.

Отдельной задачей при реконструкции существующих объектов является согласование системы обозначений. В настоящее время при разработке проектов верхнего уровня все шире используется система KKS (Kraftwerk kennzeichen system). Обслуживающий персонал на ТЭЦ привык к работе со старыми обозначениями. База данных позволяет поддерживать оба вида обозначений, давая альтернативу поиска информации в процессе как проектирования, так и эксплуатации.

Другая составляющая оборудования нижнего уровня АСУ ТП – исполнительные устройства (ЗРА, МСН). На рис. 3 приведен фрагмент перечня ЗРА. Для каждого исполнительного устройства выводятся тип и технические характеристики электропривода, шкаф присоединения (включая номер блока в шкафу), номера чертежей принципиальных схем, номера типовых схем подключения.

Аналоговый сигнал

3С-080

Давление пара в ПСГ-1

Рабочее значение параметра... 0 Диапазон измерения... 0...4 Единица измерения... кгс/см2 (а)

Номер позиции	Тип	Наименование и характеристики	Завод
3С-080	Метран-150ТА2 (0-4_кгс/см2) 2G 2 1 А М5 2F 4 СТ SC PA	Датчик абсолютного давления. Верхний предел измерения: 400_кПа (4_кгс/см2). Выходной сигнал: 4...20_мА.	ЗАО ПГ "Метран" г. Челябинск

Место установки		Кабельная схема	
Щит		№ листа	57
Шкаф	Шкаф 03СVA03. Турбина	№ на листе	2
Крейт	03СRС02	СК	СДN096
Модуль	ДВ007	Устройство	Шкаф 03СVA03
№ входа ИСО	СН01	Схема отбора	5.1.1
№ позиции		Тип датчика	4...20мА
Тип сигнала	AI - 4...20мА	Имя кабеля	СД N096-6002 к НКЧ к СК
		Тип кабеля	КВВГЭнг
		Жилность кабеля	4х1,5

Рис. 2. Данные об аналоговом сигнале

Обозначение	Наименование	И по ИСУ	Тип эл. привода	Р.кВт эл. прив.	Ц.В эл. прив.	Место управлен.	Тип управлен.	Сигнал. положен.	Сборка и шкаф присоед.	Прим.	Номер чертежа	Схема кабелей
1050; 03LВG32AA001	Задвижка на секционном коллекторе 1,2 ата сторона блока 2		ЭПВ	4	380				. С6.29 Шк. 134(7)		AK5 л.24	DP430T_1
1051; 03LВG12AA002	Задвижка на отсосе воздуха из конденсатора к паровому эжектору		ЭПВ	1,3	380			. С6. 03СDС04Gw003(5)			AK5 л.24	DP430T_1
1052; 03МАQ30AA002	Задвижка паровоздушная смесь к эжектору N2		ЭПВ	1,3	380			. С6. 03СDС04Gw003(6)			AK5 л.24	DP430T_1
1053; 03LAF01AA001	Вентиль на промступени ПЭН		ВАЗ	1,3	380			. С6. 03СDС01Gw005(8)			AK5 л.8	DP430T_1
1054; 03LAF02AA001	Вентиль на промступени ПТН		ВАЗ	1,3	380			. С6. 03СDС01Gw006(2)			AK5 л.8	DP430T_1
1055; 03LAF03AA001	Задвижка на промступени ПТН		ВАЗ	1,3	380			. С6. 03СDС01Gw006(8)			AK5 л.8	DP430T_1
13; 03НАG10AA001	Дроссельный клапан на тр-де к встроеному сепаратору и-А		793-ЭР-04	3	380			. С6.9 Шк. 50(1)			AK5 л.3	CV020T_2

Рис. 3. Фрагмент перечня ЗРА

В соответствии с типовыми схемами в шкафах присоединений формируются сигналы о состоянии арматуры и механизмов (включен, отключен, открыто, закрыто и др.) и реализуются команды (открыть, закрыть, включить, отключить). Относительно типовых схем необходима информация двух типов: поставщик ПТК обычно разрабатывает типовые схемы подключения сигналов и исполнительных устройств (определяет набор сигналов и их типы), а проектировщики нижнего уровня создают принципиальные схемы управления и привязывают их к типовым схемам ПТК.

Управление исполнительными устройствами ведется с ПТК. Распределение сигналов по модулям УСО осуществляется в ходе проектирования. Информация о подключении типовых сигналов исполнительных устройств (обозначение шкафа, номера крейта, модуля УСО и канала, тип датчика) хранится в базе данных проекта и может быть легко получена в программе для любого устройства (рис. 4).

Кроме информации о датчиках и исполнительных устройствах в базе данных проекта содержится информация о щитовых устройствах, стендах датчиков, соединительных коробках, устройствах

Наименование	Обозначение	Код сигнала	Тип датчика	Позиция в ИВС	Схема
Задвижка на секционном коллекторе 1,2 ата сторона блока 2. Не открыто		1050-ХВ01	220vac/ DI	03СDA02/ 1: АА006/ IN0-4	D11Z
Задвижка на секционном коллекторе 1,2 ата сторона блока 2. Не закрыто		1050-ХВ02	220vac/ DI	03СDA02/ 1: АА006/ IN0-5	D11Z
Задвижка на секционном коллекторе 1,2 ата сторона блока 2. Открыто		1050-УВ01	НО/220v/ DO	03СDA02/ 1: АА009/ 0-6	D01Z
Задвижка на секционном коллекторе 1,2 ата сторона блока 2. Закрыто		1050-УВ02	НО/220v/ DO	03СDA02/ 1: АА009/ 0-7	D01Z

Рис. 4. Данные о подключении типовых сигналов исполнительного устройства

коммутации приводов (описание и месторасположение). Для шкафов ПТК задается состав модулей УСО, а шкафы сборок задвижек содержат описание блоков присоединений, включая технические характеристики автоматических выключателей и пускателей. Естественно, что вся информация взаимосвязана.

Если в ходе эксплуатации АСУ ТП возникает необходимость внесения изменений (замена типов датчиков или исполнительных устройств, изменение места подключения электропривода или сигнала ПТК), требуемые корректировки могут быть внесены в базу данных проекта с помощью программной оболочки САПР ТАИ. Это позволяет всегда работать с актуальной информацией.

При длительном сотрудничестве проектной организации и ТЭЦ в процессе модернизации АСУ ТП постепенно накапливается проектная информация для основного и вспомогательного оборудования. В частности, более чем за 10 лет работы с Ново-Рязанской ТЭЦ [4] были разработаны проекты АСУ ТП для двух турбоагрегатов, шести турбоагрегатов, бойлерной и мазутного хозяйства. Все проекты выполнялись с помощью САПР ТАИ. На станции большое внимание уделяется вопросам автоматизации, поддерживается АСУ стационарного уровня. Через ОРС-серверы организована связь АСУ станции с локальными АСУ ТП котлов, турбин и вспомогательного оборудования. Кроме того, АСУ верхнего уровня включает информацию по датчикам, исполнительным устройствам, подключению сигналов.

Передача информации из проектной базы данных в базу данных АСУ осуществляется автоматически с помощью специально разработанных запросов в базе данных САПР.

Таким образом, использование проектной базы данных САПР ТАИ совместно с программной оболочкой может существенно упростить поиск и актуализацию информации об аппаратуре АСУ ТП как нижнего, так и верхнего уровня. Кроме того, эта база может служить источником информации для наполнения других систем.

Список литературы

1. **Лопатин В.В., Трофимов А.В.** Особенности разработки проектов АСУ ТП ТЭЦ при реконструкции действующих объектов // Теплоэнергетика. 2010. № 10. С. 23–26.
2. **Автоматизированное** рабочее место начальника электроцеха электростанции / А.Ф. Бочков, Ю.Н. Брызгалов, В.А. Соломаткин, А.В. Трофимов // Электрические станции. 1998. № 3. С. 47–50.
3. **Трофимов А.В.** Автоматизация проектирования АСУ ТП тепловых электростанций // Теплоэнергетика. 2009. № 10. С. 32–36.
4. **Опыт** внедрения распределенной микропроцессорной АСУ ТП для турбоагрегатов средней мощности / Е.А. Катковский, В.В. Лопатин, С.А. Маслов, А.В. Трофимов // Тр. Междунар. науч. конф. “Теория и практика построения и функционирования АСУ ТП.” М.: Издательство МЭИ, 2003. С. 57–61.