

ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ

В.А. Погонин, А.Н. Леонов

Кафедра «Информационные процессы и управление», ГОУ ВПО «ТГТУ»

Представлена членом редколлегии профессором В.Г. Матвейкиным

Ключевые слова и фразы: автоматизация подстанций; автоматизированная система диспетчерского управления; протокол обмена; системы реального времени; центр управления сетью.

Аннотация: Рассмотрен выбор структуры интегрированных автоматизированных систем управления распределительной электросети, проведен анализ методов моделирования распределенных компьютерных систем в энергетике. Предложены новые подходы к моделированию. Сформулированы требования к протоколу обмена.

Аббревиатуры

АИИС КУЭ – автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электроэнергии;
АИИС ТУЭ – автоматизированная информационно-измерительная система технического учета электроэнергии;
АСДТУ – автоматизированная система диспетчерского и технологического управления;
АСДУ – автоматизированная система диспетчерского управления;
АСОУ – автоматизированная система организационно-экономического управления;
АСПТУ – автоматизированная система производственно-технического управления;
АСС – автоматизированная система связи;
БД – база данных;

ИАСУ – интегрированные автоматизированные системы управления;
ЛВС – локальные вычислительные сети;
ОИУК – оперативные информационные управляющие комплексы;
ПА – противоаварийная автоматика;
ПО – программное обеспечение;
ПТК – программируемые технические комплексы;
ПС – подстанция;
РАС – регистраторы аварийных ситуаций;
РЗА – релейная защита и автоматика;
ТМ – телемеханика;
ЦУС – центр управления сетью;
ЭЭС – электроэнергетическая система.

Современный этап развития информатизации и средств автоматизации на объектах электроэнергетики характеризуется расширением сфер применения АС, интегрирующих разнородные ПТК. В стратегических планах развития электроэнергетических отраслей многих промышленно развитых стран большое значение придается внедрению интегрированных АС. Например, в зарубежных промышленно развитых странах с конца 90-х годов XX века ведутся исследования проблем автоматизации ПС, применяются системы комплексной автоматизации в ЭЭС [1].

Одним из важных стратегических направлений развития ЭЭС является исследование, разработка и внедрение ИАСУ, включающих в себя в виде подсистем созданные ранее раздельно функционирующие АС. ИАСУ сочетают функции диспетчерского, производственно-технического и организационно-экономического управления и обеспечивают совместное функционирование АСУ предприятий

электрических сетей, АСДУ районов электрических сетей и автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) подстанций, находящихся в оперативном управлении и ведении диспетчера.

В состав ИАСУ предприятий электрических сетей входят [1]:

- АСДТУ;
- АСПТУ;
- АСОУ;
- АСС.

Несмотря на имеющиеся достижения в решении задачи разработки ИАСУ в энергетике, с научной точки зрения рассматриваемую проблему нельзя считать окончательно решенной. Требуется систематизация имеющихся АС, разработка концепций и методик построения ИАСУ, исследование процессов информационного обмена в ИАСУ ПС с использованием моделей.

Существующие модели ИАСУ не учитывают различные варианты ПТК, средств связи, требуемые объем и скорость передачи информации. Учет вышеназванных факторов необходим для оптимизации информационного обмена в условиях различных характеристик ПТК и каналов связи [2].

Нами предлагается концепция построения ИАСУ на примере районной ПС. Она состоит в том, что внедрение и модернизация АС выполняется двумя методами: интеграции путем объединения разнородных функций в аппаратных и программных средствах и интеграции на основе использования единых протоколов обмена и каналов связи.

Существующие ИАСУ включают интеллектуальные электронные устройства (ИЭУ) для всех функциональных компонентов (ТМ, АИИС, РЗА, ПА, РАС), соединенные с основным оборудованием, ЦУС, и каналобразующую аппаратуру (рис. 1).

Анализ литературных данных [3] позволил сформулировать основные характеристики современной структуры ИАСУ районной ПС:

- гибкое конфигурирование и настройка под схему и параметры ПС;
- возможность поэтапного развития существующих АС;
- согласованная работа с каналами связи и другими АС;

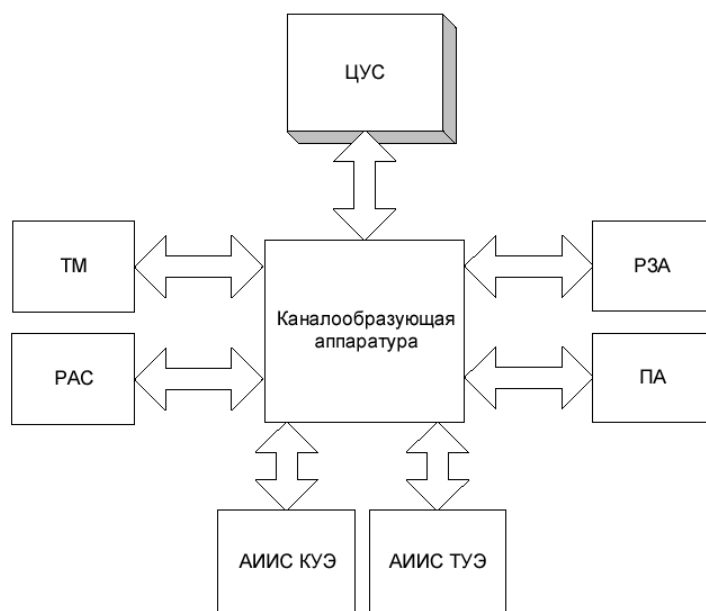


Рис. 1. Структура ИАСУ районной подстанции

- повышенная надежность и безопасность эксплуатации ПС;
- оперативная регистрация событий и подача команд управления;
- интеграция диагностических функций ПС;
- открытая архитектура для дальнейшего развития АС [3].

Одним из требований, предъявляемых к системам диспетчерского управления в энергетике (SCADA/EMS), является возможность их работы в режиме реального времени [4]. Такой режим характеризуется короткими промежутками времени ответа, быстрым и постоянным обновлением БД и выходом информации на пользовательских пультах управления, случайным доступом ко всем данным процесса в течение очень короткого промежутка времени, хорошей системной динамикой даже при большой нагрузке. Время ответа на запросы БД реального времени представляет собой ключевой фактор для улучшения технических характеристик систем SCADA/EMS. Системы подвержены периодическим запросам, обычно связанным с обновлением информации, и аperiodическим запросам операторов для управляющих воздействий [4].

Присутствие не экспоненциально распределенных событий представляет собой основную причину сложности моделирования систем реального времени при помощи стандартных стохастических методов. Нами предлагается использовать марковские регенерационные процессы (МРГП), которые позволяют обойти указанные сложности. Будем использовать два различных метода доступа к удаленной БД (*клиент-сервер* и *производитель-потребитель*).

Основные архитектуры построения БД в SCADA/EMS, применяемые на практике, следующие.

1. *Централизованная*. Существует основной сервер БД, который доступен всем пультам оператора, согласно парадигме *клиент-сервер*. Каждый пульт оператора поддерживает различные подмножества БД системы, необходимые интерфейсным функциям. По необходимости обновление БД пульта (клиенты) должно быть затребовано через ЛВС у машины БД (сервер) [5].

2. *Распределенная*. Все еще существует головной сервер БД, но пультам обладают их собственными копиями полной БД реального времени. Транзакции в этой архитектуре следуют парадигме *производитель-потребитель*. Если содержание БД в производителе (головной сервер БД) изменяется, то соответствующие части БД потребителей (пультам операторов) должны быть немедленно изменены для поддержания совместимости данных [6].

Система должна гарантировать, что все аperiodические запросы будут обработаны до зафиксированного определенного срока, а различные методы доступа к БД могут привести к большим колебаниям во времени ответа на аperiodические запросы. Таким образом, с одной стороны, система обрабатывает аperiodические запросы, чтобы обеспечить последовательное представление поведения системы; с другой стороны, она отвечает на запросы операторов, которые выполняют действие управления. Аperiodические запросы играют решающую роль для безопасности и сохранения всей системы.

При моделировании систем SCADA/EMS важно учитывать не только характеристики работающих компьютерных ресурсов, но также и операторов (скорость реакции на внешние события, способность принимать решения и др.), имеющих доступ к БД. Соответственно, необходимо разделить модель БД на два взаимодействующих компонента: подмодель оператора и подмодель компьютера.

Рассмотрим условия, которые необходимо учитывать при разработке аналитических моделей ИАСУ:

- 1) число пультов оператора, имеющих параллельный доступ к базе данных, равно N ;
- 2) число дисплеев, связанных с каждым пультом оператора, равно M ;

3) пульта могут связываться с основным сервером БД в соответствии с парадигмой связи *клиент-сервер* или *производитель-потребитель*:

– при любой парадигме связи динамическая информация, представленная всем терминалам в системе, обновляется в течение цикла периода t . Цикл обновления динамических информационных данных регулируется при помощи пользовательского интерфейсного программного обеспечения;

– операторы пульта являются единственными источниками аperiodических запросов к БД;

– периодические запросы обрабатываются при помощи удаленного сервера БД с экспоненциально распределенным временем обслуживания со скоростью $\mu_i, i = 1, 3, \dots, (2N - 1)$;

– аperiodические запросы обслуживаются со скоростью обслуживания $\mu_i, i = 2, 4, \dots, 2N$;

4) периодические запросы всегда имеют приоритет обслуживания перед аperiodическими запросами;

5) операторы могут инициировать аperiodические запросы для любого терминала на его пульте до тех пор, пока нет другого запроса для обработки, связанной с терминалом:

– скорость обслуживания запросов оператора, которые можно обслужить локально в пультах, намного выше, чем скорости обслуживания $\mu_i, i = 2, 4, \dots, 2N$. Поэтому при моделировании мы не учитываем локальную обработку.

При передаче данных в ИАСУ информационные сообщения разбиваются на пакеты в том случае, если длина сообщений больше оптимальной длины пакета. Оптимальная длина пакета – это такая длина пакета, при которой при имеющемся уровне помех на ПС и заданной скорости передачи, обеспечивается максимальная пропускная способность [7].

Протокол является механизмом взаимодействия между ИЭУ по каналам связи и должен быть достаточно гибок и нетребователен к ресурсам аппаратуры. И поэтому должен обеспечивать единый унифицированный способ информационного обмена и технического контроля ИАСУ [8].

Функционирование протокола оценивается исходя из полученных показателей по быстродействию и надежности ИАСУ. Продолжительность передачи объекта информации ИАСУ T_S определяется количеством ИЭУ n , каждому из которых требуется время t_C для выполнения вычислений, t_{RC} для приема и передачи данных и t_{CC} для транспортировки данных по каналам связи: $T_S = (t_C + t_{RC} + t_{CC}) n$.

В заключение необходимо отметить, что внедрение современных автоматизированных систем управления в энергетике позволяет повысить эффективность и удобство управления, надежность работы, решить проблему экономии электроэнергии.

Список литературы

1. Липский, Р.Н. Проблемы построения автоматизированных информационных систем в энергетике / Р.Н. Липский // Устойчивость и процессы управления. Т. 3. Секция 9-10 : тр. междунар. конф., СПб., 29 июня – 1 июля 2005 г. / под. ред. Д.А. Овсянникова, Л.А. Петросяна. – СПб., 2005. – С. 416.

2. Липский, Р.Н. Проблемы построения АСКУЭ как сложной распределенной системы реального времени / Р.Н. Липский, Ю.Г. Кононов // Региональные проблемы энергосбережения и пути их решения : материалы VII Всерос. конф. – Н. Новгород, 2003. – С. 19.

3. Основные научно-технические требования по созданию и развитию автоматизированных систем управления районами электрических сетей (АСУ РЭС). – М. : РАО «ЕЭС России», 1996. – 54 с.

4. Олсон, Г. Цифровые системы автоматизации и управления / Г. Олсон, Д. Пиани. – СПб. : Невский Диалект, 2001. – 557 с.

5. Жуков, В.В. Современные компьютерные технологии в АСУ электрических сетей : информ.-метод. материалы 4-го междунар. науч.-техн. семинара / В.В. Жуков, Б.К. Максимов. – М. : НЦ ЭНАС, 2001. – 15 с.

6. Липский, Р.Н. Математические модели автоматизированных систем электроэнергетики / Р.Н. Липский // Компьютерное моделирование 2005 : тр. VI Междунар. науч.-техн. конф. / Санкт-Петербург. политехн. ун-т. – СПб., 2005. – С. 243–244.

7. Головинский, И.А. Принципы построения универсальной автоматизированной системы контроля и управления переключениями в электрических сетях / И.А. Головинский // Вестник ВНИИЭ-2004. – М., 2004. – С. 204–213.

8. Степанов, А.С. Современные компьютерные технологии в эксплуатации распределительных электрических сетей : информ.-метод. материалы 3-го Всерос. науч.-техн. семинара / А.С. Степанов, О.С. Пинц, А.Ю. Ермолаев. – М. : НЦ ЭНАС, 2000. – 31 с.

Designing of Integrated Systems of Control over Distribution Networks

V.A. Pogonin, A.N. Leonov

Department "Information Systems and Control", TSTU

Key words and phrases: automated system of supervisory control; automation of substations; exchange protocol; net control center; real time systems.

Abstract: The paper studies the selection of the structure of integrated automated systems of control over distribution network; it analyzes the techniques of modeling distribution computer systems in the power industry. New approaches to modeling are offered. The requirements to exchange protocol are formulated.

Aufbau der integrierten Steuerungssysteme der Verteilungselektronetze

Zusammenfassung: Es ist die Wahl der Struktur der integrierten automatisierten Steuerungssysteme des Verteilungsnetzes betrachtet. Es ist die Analyse der Modellierungsmethoden der verteilten Computersysteme in der Energiewirtschaft durchgeführt. Es waren die neuen Herangehen zur Modellierung vorgeschlagen. Es sind die Forderungen zum Austauschprotokoll formuliert.

Construction des systèmes intégrés de la commande des réseaux de la répartition de l'électricité

Résumé: Est examiné le choix de la structure des systèmes intégrés automatisés des réseaux de la répartition de l'électricité; est fait l'analyse des méthodes du modélage des systèmes intégrés automatisés dans l'énergétique. Sont proposées de nouvelles approches vers le modélage. Sont formulées les exigences pour le protocole de l'échange.