

DOI 10.23859/1994-0637-2018-3-84-7
УДК 004.032

© Староверов Б.А., Мозохин А.Е., 2018

Староверов Борис Александрович
Доктор технических наук, профессор,
Костромской государственный университет
(Кострома, Россия)
E-mail: sba44@mail.ru

Staroverov Boris Alexandrovich
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State of University
(Kostroma, Russia),
E-mail: sba44@mail.ru

Мозохин Андрей Евгеньевич
Кандидат технических наук,
Заместитель начальника отдела
автоматизированных систем диспетчерского
управления филиала ПАО «МРСК Центра» –
«Костромаэнерго»
(Кострома, Россия)
E-mail: mozokhin@mail.ru

Mozohin Andrey Evgenevich
PhD in Technical Sciences, Deputy Head of the
Department of Automated Dispatch Control
Systems, branch of IDGC of Center –
Kostromaenergo
(Kostroma, Russia)
E-mail: mozokhin@mail.ru

**СТРУКТУРА И ЭТАПЫ
ПОСТРОЕНИЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРОСЕТЯМИ В МАСШТАБАХ
РЕГИОНАЛЬНОЙ СЕТЕВОЙ
КОМПАНИИ**

**STRUCTURE AND STAGES OF
CONSTRUCTION OF AUTOMATED
ELECTRICAL CONTROL SYSTEM
WITHIN REGIONAL NETWORK
COMPANY**

Аннотация. В статье представлены структуры управления производственным процессом и корпоративной информационной системы управления сетевой компании, на основе которых обоснован состав структуры автоматизированной системы технологического управления региональной электросетевой компании. Определены этапы создания развивающейся системы непосредственного цифрового управления электросетевым комплексом в соответствии с единой технической политикой, принятой в ПАО «Россети». Показано, что для построения системы технологического управления целесообразно в масштабе региональной сетевой компании использовать техническую и информационную основу иерархической автоматизированной информационно-измерительной системы контроля и учета электроэнергии.

Abstract. The article presents the structure of the management of the production process and the corporate information management system of the network company. The stages of creating an evolving system of direct digital control of the power grid complex are determined in accordance with the unified technical policy adopted by the PJSC "Rosseti". It is shown that it is relevant to use the technical and informational basis of automated information and measuring system for monitoring and accounting for electric power in order to build a system of technological management within a regional network company.

Ключевые слова: информационная система управления, сетевая компания, иерархическая система учета электроэнергии

Keywords: forecasting subsystem, cascaded neural network, automatic adaptation, intelligent networks

Введение

Современное и перспективное состояние компьютерной и микропроцессорной техники и программных средств диктует необходимость перехода на новый, полностью цифровой, способ управления всеми видами технологических процессов и производств. Очевидно, это относится в первую очередь и к такой важной отрасли народного хозяйства, как энергетика. В соответствии с Энергетической стратегией России [7] в ПАО «Россети» принят ряд документов о путях, методах, организационных и технических средствах перехода на инновационное развитие системы управления электросетевым комплексом [3], [4], [6]. В этих документах определяются принципы и способы построения системы управления электросетевым комплексом в целом, поэтому для подразделений, входящих в его состав, необходимо конкретизировать структуру и этапы реализации системы технологического управления.

Основная часть

В общем виде структура современных систем управления технологическими процессами строится по иерархическому принципу. На верхнем уровне осуществляется общее планирование ресурсов предприятия с использованием систем ERP, MRP. На следующем уровне производится управление оперативным планированием производства в системах MES. Интеграция с производственным уровнем, владеющим обширной производственной информацией, является обязательным условием своевременного управления производством. Особенно это актуально в настоящее время как для процессов генерации, так процессов передачи и распределения электроэнергии. Далее реализуется диспетчерское управление и сбор данных с помощью SCADA системы. На этом уровне осуществляется основное оперативное управление состоянием сети.

Непосредственное автоматизированное управление технологическими процессами производит CNC – система на основе информации, поступающей из системы управления нижнего уровня, состоящей из отдельных измерительных и исполнительных устройств и подсистем. На этих уровнях должно реализоваться непосредственное цифровое управление производственными процессами. Для электросетевой региональной компании такими процессами будут являться передача и распределение потребителям электроэнергии. В роли «исходного сырья» выступает получаемая электроэнергия с определенными входными параметрами, а в роли «готовой продукции» – распределяемая электроэнергия с требуемыми выходными параметрами по напряжению, мощности и т.д.

В Положении ПАО «Россети» о единой технической политике в электросетевом комплексе подобная структура представлена как корпоративная информационная система управления (КИСУ), обеспечивающая автоматизацию основных видов бизнес-процессов в Обществе и ее дочерних предприятиях, осуществляющих деятельность по передаче и распределению электроэнергии [4, с. 117, рис. 2.1]. В соответствии с этим Положением на рис. 1. представлена структура КИСУ региональной сетевой компании. В свою очередь, оперативно-технологическое управление состоит из трех линеек бизнес-процессов. Первая линейка ориентирована на сбор и анализ данных коммерческого и технического учета электроэнергии, вторая линейка базируется на сборе и передаче технологической информации, третья линейка обеспечи-



Рис. 1. Структура корпоративной информационной системы управления сетевой компании
КИУС обеспечивает два основных сервиса: оперативно-технологическое управление и управление техническим состоянием электросетевого комплекса

вает формирование и реализацию программ переключения, телеуправления и другие сервисы, связанные с обеспечением технологических режимов работы электросетей. Управление техническим состоянием электросетевого комплекса ориентировано на контроль и поддержание на необходимом уровне состояния оборудования. КИУС является основой для корпоративной автоматизированной системы технологического управления электросетевым комплексом (АСТУ) [4, с. 118, рис. 2.2].

В соответствии с этой структурой АСТУ региональной сетевой компании есть совокупность систем управления различными видами оперативно-диспетчерской, технологической и финансово-экономической деятельности. Она объединяет автоматизированные системы информационного обеспечения и информационно-технологические системы реального времени (см. рис. 2).

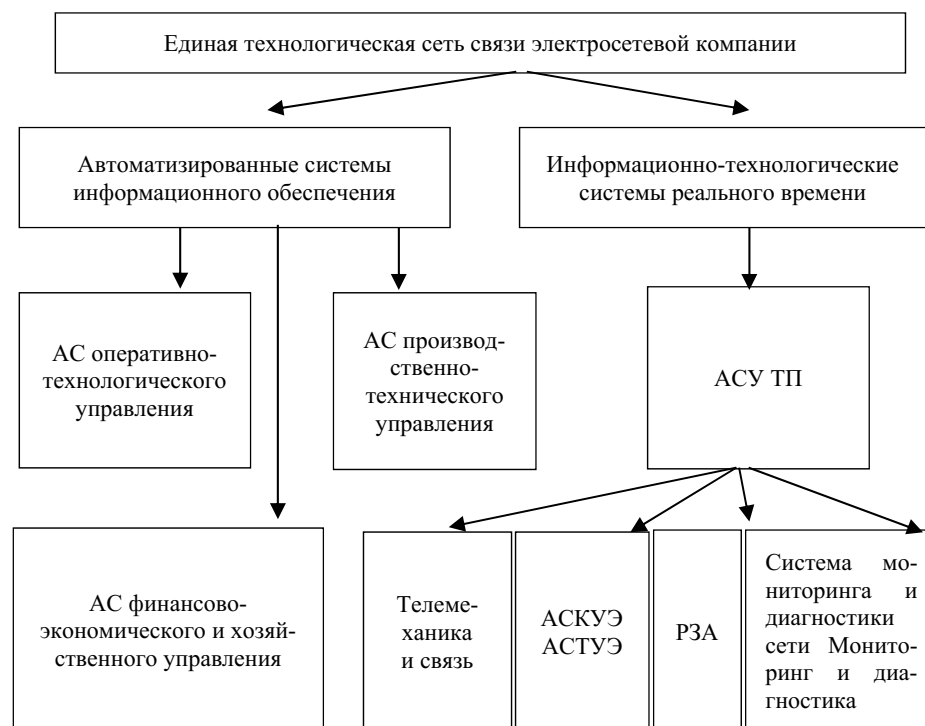


Рис. 2. Структура АСТУ региональной электросетевой компании

Автоматизированная система информационного обеспечения АСТУ должна обеспечивать выполнение следующих функций:

- оперативно-диспетчерское управление объектами электросетевого комплекса;
- сбор, передача и обработка данных для целей оперативно-диспетчерского и технологического управления электросетевым комплексом;

- мониторинг, оценка и диагностика состояния электрических сетей и оборудования электрических подстанций;
- формирование заявок на ремонт оборудования, контроль их прохождения и согласования;
- взаимодействие различных автоматизированных подсистем АСТУ между собой;
- передача информации на верхний уровень корпоративной информационной системы управления ресурсами.

Информационно-технологические системы реального времени, входящие в состав АСТУ, формируют автоматизированную систему управления технологическим процессом (АСУ ТП). Эта система объединяет существующие автоматические и автоматизированные средства и подсистемы управления: телемеханику и связь, автоматизированные системы коммерческого и технического учета электроэнергии (АСКУЭ и АСТУЭ), релейную защиту и автоматику (РЗА), автоматизированный мониторинг и диагностику состояния электрооборудования и электросетей.

Из представленной структуры АСТУ следует, что создание такой объединенной информационно-управляющей сети должно происходить в направлении интеграции автоматизированных систем диспетчерского управления и автоматизированных систем технологического управления. Начальным этапом развития АСУ электрических распределительных сетей является внедрение простейших АСКУЭ. На следующем этапе осуществляется формирование иерархической автоматизированной информационно-измерительной системы контроля и учета электроэнергии (АИИС КУЭ), основой которой являются подсистемы коммерческого и технического учета [1], [2]. Затем в соответствии с единой технической политикой в электросетевом комплексе необходимо переходить на следующий уровень развития – создание интеллектуальной системы учета электроэнергии за счет использования подсистемы прогнозирования электропотребления и реализации на этой основе системы упреждающего управления на различные интервалы времени [5]. Дальнейшим направлением развития является перерастание систем телеизмерения и телемеханики в систему интернет-вещей, позволяющую в перспективе полностью автоматизировать диспетчерское и технологическое управление [3].

Задачами и функциями современных автоматизированных систем учета электроэнергии является автоматизация сбора, передачи и обработки данных с приборов учета путем технологического опроса с заданным циклом, оперативный контроль и анализ режима потребления путем учета активной и реактивной электроэнергии и мощности. Повышение точности, достоверности и оперативности получения данных путем сбора информации о состоянии объектов и средств измерений, хранения данных в базах, контроль достоверности данных, интеллектуальная обработка данных, взаимодействие со сторонними системами, многотарифный учет, удаленный мониторинг и управление. Перспективная блок-схема АИИС КУЭ, обеспечивающая выполнение этих функций и соответствующая структуре АСТУ региональной электросетевой компании, представлена на рис. 3. Многоуровневая структура позволяет формировать информационно-измерительные системы необходимого масштаба и интегрировать их с другими подсистемами АСТУ. Как видно из рис. 3, на каждом

уровне управления присутствует интеллектуальный модуль, позволяющий оперативно оценить состояние сети в текущей и аварийной ситуации.

На нижнем уровне в точках получения измеряемых данных используются многофункциональные счетчики электроэнергии (КИПП-2М, ПСЧ-4ТМ.05 и др.), трансформаторы тока и напряжения.

В рассматриваемых системах многофункциональные счетчики играют важную роль. Они объединяют в себе функции интеллектуального измерительного преобразователя электрических параметров, непосредственно счетчика, измерителя качества электроэнергии и устройства связи, что позволяет использовать их в качестве базовых элементов многоуровневой системы управления.

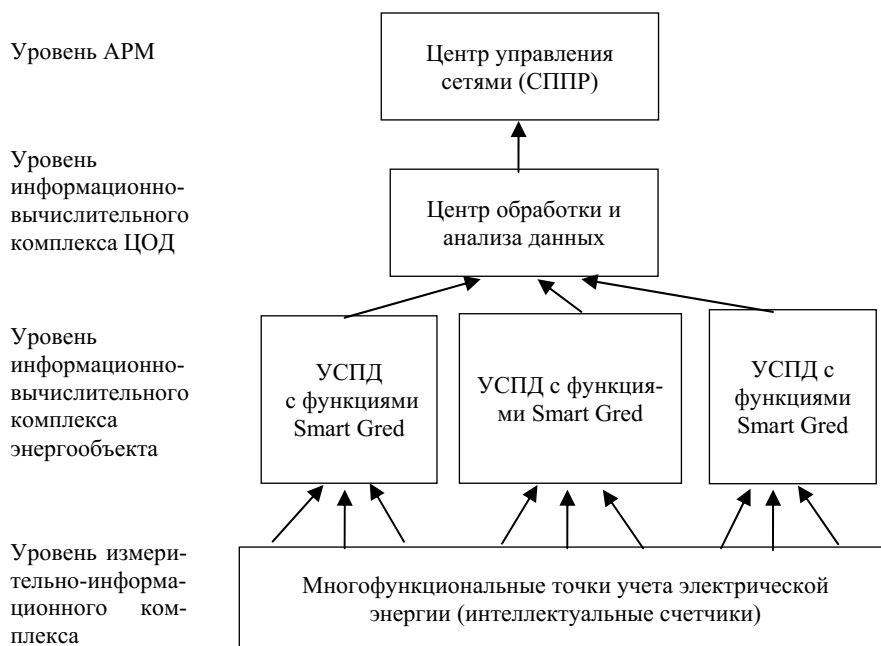


Рис. 3. Перспективная блок-схема АИИС КУЭ региональной сетевой компании

Второй уровень включает устройства сбора и передачи данных и каналобразующую аппаратуру. Интеллектуальный модуль анализа потерь и балансировки подстанции, интегрированный в УСПД, позволяет оперативно реагировать на аварийные ситуации на объекте и бороться с воровством электроэнергии. На третьем уровне осуществляется автоматизированный сбор, обработка и хранение результатов измерений. Производится интеллектуальный анализ данных (Data Mining) о состоянии энергообъекта.

Верхние уровни системы состоят из средств сбора, хранения и передачи измерительной информации. К интеллектуальным возможностям ЦУС стоит отнести систему поддержки принятия решения (СППР). При поиске скрытых закономерностей

используются методы искусственного интеллекта, прикладная статистика, теория баз данных.

На уровне автоматизированных рабочих мест реализуются функции АСУ. Оперативный и диспетчерский персонал осуществляет контроль и управление электрическими сетями и подстанциями. Службы, занимающиеся планированием, осуществляют бизнес-аналитику и экономические расчеты тарифов. Таким образом, АИИС КУЭ на уровне АРМ интегрируется с системами диспетчеризации, мониторинга и управления предприятием, что позволяет поэтапно решать задачи построения АСТУ региональной электросетевой компании.

Выводы

Реализация рассмотренной иерархической структуры АСТУ региональной сетевой компании, а также поэтапное введение интеллектуальных информационных подсистем прогнозирования, анализа потерь, балансировки подстанции в уже существующие и вновь внедряемые АСУ РСК позволят в перспективе перейти на непосредственное цифровое управление электросетевым комплексом в соответствии с Энергетической стратегией России и единой технической политикой, принятой в ПАО «Россети».

Литература

1. Автоматизация подстанций для построения интеллектуальных электросетей // CISCO SYSTEMS, 2010. 5 с. URL: http://www.akvalis.ru/files/project_193/product_catalogue/resheniya_po_avtomatizacii_podstancij.pdf
2. Оптимальные решения для автоматизации подстанций: интегрированные системы АСДУ/АИИС КУЭ // Энергоэксперт. 2009. №6. С. 25–28.
3. Политика инновационного развития, энергосбережения и повышения энергетической эффективности ОАО «Россети» // Протокол совета директоров ОАО «Россети» № 150 от 23.04.2014. М., 2014. 37 с. URL: <http://www.rosseti.ru/investment/policy.pdf>
4. Положение ОАО «Россети» о единой технической политике в электросетевом комплексе // Протокол совета директоров ОАО «ФСК ЕЭС» № 208 от 27.12.2012. М., 2013. 196 с. URL: http://www.fsk-ees.ru/upload/docs/ETP_FSK_EES_2014_02_06.pdf
5. Староверов Б.А., Гнатюк Б.А. Повышение эффективности системы автоматизированного коммерческого учета электроэнергии за счет введения функций прогнозирования // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2013. Вып. 6. С. 10–15.
6. Техническая политика ОАО «МРСК Центра» в области информационных технологий // Протокол совета директоров ОАО «МРСК Центра» № 16/10 от 30.07.2010. М., 2010. 102 с. URL: https://www.mrsk-1.ru/docs/tex_politic.pdf
7. Энергетическая стратегия России на период до 2030 // Распоряжение Правительства Российской Федерации №1715-р от 13.11.2009. М., 2009. 144 с.

References

1. *Avtomatizaciia podstancii dlya postroeniya intellektual'nyh ehlektrosetej* [Substation Automation to build smart grid]. CISCO SYSTEMS, 2010. 5 p. Available at: http://www.akvalis.ru/files/project_193/product_catalogue/resheniya_po_avtomatizacii_podstancij.pdf

2. Optimal'nye resheniia dl'a avtomatizacii podstancii: integrirovannye sistemy ASDTU / AIIS KUEH [Optimal solutions for substation automation: integrated systems ASDTU / AIIS KUE]. *En-ergoehkspert* [Energyexpert], 2009, no. 6, pp. 25–28.
3. Politika innovacionnogo razvitiya, ehnergoberezheniya i povysheniya ehnergeticheskoi ehffektivnosti OAO "Rosseti" [The policy of innovation development, energy conservation and energy efficiency of JSC Rosseti]. *Protokol soveta direktorov OAO «Rosseti» № 150 ot 23.04.2014* [Protocol of the Board of Directors of JSC "Rosseti" №.150 of 23.04.2014]. Moscow, 2014. 37 p. Available at: <http://www.rosseti.ru/investment/policy.pdf>.
4. Polozhenie OAO "Rosseti" o edinoi tekhnicheskoi politike v ehlektrosetevom komplekse [The position of "Rosseti" a unified technical policy in the electric grid]. *Protokol soveta direktorov OAO "FSK EEHS" № 208 ot 27.12.2012* [Minutes of the Board of Directors of JSC FGC UES No. 208 dated December 27, 2012]. Moscow, 2013. 196 p. Available at: http://www.fsk-ees.ru/upload/docs/ETP_FSK_EES_2014_02_06.pdf.
5. Staroverov B.A., Gnatyuk B.A. Povyshenie ehffektivnosti sistemy avtomatizirovannogo kommercheskogo uchota ehlektroehnergii za schyot vvedeniia funktsii prognozirovaniia [Increasing system efficiency automated commercial electricity accounting due to the introduction of forecasting functions]. *Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo ehnergeticheskogo universiteta* [Bulletin of the Ivanovo State Power University], 2013, Issue 6, pp. 10–15.
6. Tekhnicheskaya politika OAO "MRSC Centra" v oblasti informatsionnykh tekhnologii [Technical policy of IDGC of Center in the field of information technologies]. *Protokol soveta direktorov OAO "MRSC Centra" № 16/10 ot 30.07.2010* [Minutes of the Board of Directors of IDGC of Center No. 16/10 dated July 30, 2010]. Moscow, 2010. 102 p. Available at: https://www.mrsk-1.ru/docs/tex_politic.pdf.
7. Energeticheskaya strategiya Rossii na period do 2030 [Energy Strategy of Russia for the period up to 2030]. *Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii №1715-r ot 13.11.2009* [Order Government of the Russian Federation No. 1715-r of 13.11.2009]. Moscow, 2009. 144 p. Available at: <https://minenergo.gov.ru/node/1026>.

Для цитирования: Староверов Б.А., Мозохин А.Е. Структура и этапы построения автоматизированной системы управления электросетями в масштабах региональной сетевой компании // Вестник Череповецкого государственного университета. 2018. №3(84). С. 55–62. DOI: 10.23859/1994-0637-2018-3-84-7.

For citation: Staroverov B.A., Mozohin A.E. Structure and stages of construction of automated electrical control system within regional network company. *Bulletin of the Cherepovets State University*, 2018, no. 3 (84), pp. 55–62. DOI: 10.23859/1994-0637-2018-3-84-7.