

УДК 620.9: 621.3

*к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет», e-mail: yrvaskon@mail.ru*

Коновалов Юрий Васильевич,

*обучающийся группы ЭЭ-18-1,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: vaygachev_anton@bk.ru*

Вайгачёв Антон Евгеньевич,

*обучающийся группы АТП-19-1,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: Uvarov.1515131@gmail.com*

Уваров Александр Александрович,

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Konovarov Yu.V., Vaygachev A.E., Uvarov A.A.

AUTOMATION AND DIGITALIZATION OF ELECTRIC POWER OBJECTS

Аннотация. Рассмотрено применение систем автоматизации и цифровизации для эффективного использования электроэнергии. Определены теоретические, технические и практические достоинства и недостатки применения этого подхода в сфере электроэнергетики. Приведён анализ энергетической политики по использованию различных видов источников энергии в разных странах. Обозначены тенденции развития электроэнергетики, связанные с внедрением систем автоматизации.

Ключевые слова: электроэнергетика, эффективность, автоматизация, энергетическая стратегия, анализ видов источников энергии.

Abstract. The application of automation and digitalization systems for the efficient use of electricity is considered. The theoretical, technical and practical advantages and disadvantages of using this approach in the electric power industry have been determined. Provides an analysis of energy policy on the use of various types of energy sources in different countries. The trends in the development of the electric power industry associated with the introduction of automation systems are outlined.

Keywords: electric power industry, efficiency, automation, energy strategy, analysis of types of energy sources.

Электроэнергетика является основой развития экономики страны, её производительных сил и обеспечения жизненного уровня населения. Статистика говорит о том, что чем выше показатели производства и потребления электроэнергии на душу населения, тем выше уровень экономического развития. На данный момент энергетика представляет сложную систему, которая состоит из угольной, газовой, нефтяной, атомной промышленности. Особенно важную роль играет электроэнергетика, которая включает в себя тепловые, атомные, гидравлические электростанции, электрические и тепловые сети, а также, развивающиеся на данный момент, ядерную и водородную энергетику.

Эффективность использования всех видов производства электроэнергии зависит от таких показателей как энергосбережение и энергоэффективность. Чтобы повысить эти критерии, необходимо использовать системы

автоматизации, так как энергетические системы – это сложные комплексы, состоящие из большого числа связанных между собой элементов.

Устройства автоматики непосредственно помогают персоналу вести определенный режим работы электростанций и сетей и поддерживать его на должном уровне. Они повышают устойчивость работы энергосистем, надёжность электроснабжения потребителей, реагируют на чрезвычайные ситуации разного характера.

Перечислим основные устройства автоматики, которые применяются на электростанциях [1]: ведение заданного режима котла и турбины, автоматика пуска, автоматика топливоприготовления, автоматика по синхронизации генераторов, автоматическое распределение резерва и многое другое, то есть непосредственно автоматика позволяет надёжно обеспечивать эксплуатацию электростанций.

тростанции с оптимальными затратами всех ресурсов.

Основные устройства автоматики, которые регулируют параметры и ресурсы технологического процесса основаны на регулировании, синхронизации, разгрузке, включении резервов, обеспечении устойчивости. В этих системах непосредственно использованы принципы теории автоматического управления.

Для расчёта эффективности процессов анализа потребления энергии применяются автоматизированные системы коммерческого учёта электроэнергии (АСКУЭ). Принцип работы этих систем основан на: сборе данных по потребленной энергии с потребителя, передачи данных посредством каналов связи, обработкой больших баз данных на современных вычислительных комплексах. Эта система служит для точного учёта и оперативного контроля за потребляемой и переданной электроэнергией с учётом существующих тарифов, а также для проведения расчётов по полученным данным, анализа и выработки эффективной энергосберегающей политики. Основной целью внедрения АСКУЭ является снижение издержек и затрат на потребление энергоресурсов, минимизация потерь за счёт повышения точности полученных данных, сокращения времени сбора обработки, снижение пиков потребления и уменьшения платежей за используемую энергию и мощность.

Состоит эта система из трёх уровней [2]: первый уровень включает в себя многофункциональные счётчики энергии, измерительные трансформаторы тока и напряжения, измерение вторичных параметров цепи. Задача первого уровня – измерение параметров энергопотребления в точке учёта, регистрация событий, хранение информации в памяти счётчика и её вывод в цифровом виде на второй уровень. Второй уровень включает в себя устройства для передачи и сбора, специальную каналобразующую аппаратуру. Этот уровень так же собирает и передаёт данные на следующий – третий уровень, который включает в себя технические средства приёма и передачи данных, автоматизированные рабочие места персонала, программное обеспечение, технические средства и сервера АСКУЭ, средства безопасности. Данный уровень обеспечивает автоматический сбор и хранение результатов измерений, диагности-

ку состояния, подготовку отчетов, а также импорт-экспорт данных.

При передаче электроэнергии потребителю происходят потери, которые прямым образом влияют на её качество. Высокий уровень потерь в электрических сетях связан с низким уровнем компенсации реактивной мощности, физическим и моральным износом сети, недостаточным использованием средств оптимизации режимов работы и регулирования напряжения и нерешённостью проблем качества электроэнергии. В свою очередь, низкий уровень качества электроэнергии приводит к значительному снижению энергетической эффективности электрических сетей за счёт увеличения потерь активной и реактивной мощностей, технологического расхода электроэнергии на её транспорт, к снижению срока службы электрооборудования, увеличению капитальных вложений в электрические сети, нарушению условий нормального функционирования энергетической системы.

Определим преимущества систем автоматизации для электроэнергетики, в частности АСКУЭ [3]:

- повышение эффективности использования энергоресурсов путём рационального энергопотребления;
- многотарифность электроэнергии;
- автоматизация процесса обработки, хранения и представления информации для пользователя в удобном виде;
- создание многоуровневых систем и различных переходов данных между этими уровнями;
- возможность получения оперативных данных удалённо, через интернет, в удобном для анализа виде;
- контроль и защита от хищения.

Преимущество АСКУЭ заключается в том, что её внедрение позволяет автоматизировать и минимизировать затраты на сбор и учёт электроэнергии, даёт возможность быстрой обработки и анализа данных по оптимизации, оперативного реагирования на аварийные ситуации. Данная система стала применяться на производствах и электростанциях с 2012 года, когда постановлением правительства РФ было обязательно введение интервальных приборов учёта, которые позволяют измерять почасовые объёмы электрической энергии.

На практике внедрение АСКУЭ приносит следующую пользу: цифровые счётчики гораздо точнее индукционных. Это позволяет заметить разницу в показаниях и уменьшить переплаты, увидеть снижение общей энергоёмкости потребления, а также возможность выхода на дифференцированные тарифы электроэнергии. Основным стимулом для внедрения АСКУЭ в энергетических компаниях – это экономия при расходе энергоресурсов, так как они исключают влияние человеческого фактора, дают возможность анализировать расход электроэнергии и, как следствие, правильно её перераспределять.

На сегодняшний день автоматическая передача данных между приборами АСКУЭ является стандартом для энергокомпаний и используется в большинстве регионов России. Также эти системы активно внедряются на рынке: это инвестиционный приоритет, так как они способны сводить к минимуму операционные потери и производить анализ энергопотребления за счет специализированных программных комплексов. На этом уровне проекты в области АСКУЭ реализуются уже почти 30 лет, толчком для которых послужило расформирование РАО «ЕЭС России» в 2000-е годы и образование приватизированных генерирующих и сбытовых компаний [4].

С точки зрения возможностей оптимизации учёта и энергопотребления, которые даёт АСКУЭ, минусы у системы практически отсутствуют. Несущественные недостатки есть, и они связаны с разработкой и интегрированием самой системы АСКУЭ и её внедрением в какую-либо отрасль. Так, основными недостатками монтажа системы проводных АСКУЭ являются высокая стоимость и риск обрыва сети.

В современных условиях применение автоматизированных систем управления необходимо. Энергетические компании нуждаются в инновационных подходах, повышающих экономические показатели.

Если просматривать анализ целей энергетических стратегий России, Евросоюза и США, то можно заметить существенные различия в основных целях. В энергетической стратегии Российской Федерации (РФ) в качестве главной цели заявлено: «...создание инновационного и эффективного энергетического сектора страны, адекватного как потребностям растущей экономики в энергоресурсах, так и внешнеэкономическим интересам России, обеспечивающего необходимый вклад в социально ориентированное инновационное развитие страны». В энергетической стратегии Европейского союза основной целью является создание конкурентоспособной, устойчивой и безопасной энергетики. У США главной задачей является энергетическая политика в области исследований и разработок.

К настоящему времени распределение источников энергии приведено в таблице 1 [5, 6].

Из таблицы 1 видно, что США и Евросоюз переходят на экологичные способы производства энергии, что нельзя сказать о России. Доля нетрадиционных источников энергии в Европе намного выше, чем в России. Также можно отметить, что в Европе постепенно стали отходить от невозобновляемых источников энергии и заменять их на возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Данный фактор, скорее всего, актуален вследствие окончания запасов некоторых видов ресурсов.

Таблица 1 – Доля электроэнергии по источникам энергии в 2020 году

Евросоюз	Энергия	США	РФ	Мир
Ископаемые источники энергии – 37%	Природный газ	40,3	35,14	30
	Ядерная	19,7	12	7
	Уголь	19,3	32	4
Возобновляемые источники энергии – 38 %	Ветер	8,4	0,07	15
	Гидро	7,3	20,24	9
	Солнечная	2,3	0,55	10
	Биомасса	1,4	-	4
Атомная энергия – 25%	Нефть	0,4	-	21
	Геотермальный	0,4	-	-
	Другое	0,5	-	-

Все эти отличия объясняются следующими факторами:

- разными природно-климатическими условиями;
- разной степенью обеспеченности ресурсами;
- различной энергетической инфраструктурой;
- различными приоритетами в развитии электроэнергетики;
- в часовых поясах страны.

Анализ полученных данных показал, что доля ВИЭ в Евросоюзе превысило в 2020 году долю ископаемых источников энергии. Это произошло потому, что ЕС большое внимание уделяет развитию альтернативной энергетики, поскольку при недостатке углеводородного топлива это один из основных путей обеспечения энергетической безопасности и сокращения импорта энергоресурсов. В России ситуация обратная. Солнечные элементы могут быть эффективны лишь в южных регионах, ветровая энергетика – на северном побережье, где фактически отсутствуют потребители электроэнергии, а развитию геотермальной энергетики на Камчатке препятствует большое содержание минералов и осадков в источниках. Таким образом этот вид энергии просто на данный момент не эффективен в России.

Что касается обеспеченности энергоресурсами, то можно сделать выводы:

- в Российской Федерации добыча превосходит потребление энергоресурсов в 1,6 раза. Данная структура исключает необходимость импорта у России [6];
- в странах Евросоюза (ЕС) ситуация противоположна. Потребление значительно превосходит добычу, поэтому перед Европой стоит острая необходимость в импорте энергоресурсов [6];
- в США такая же ситуация, как и в странах ЕС, только усиленно развит рынок импорта энергоресурсов [5].

В странах ЕС набирает обороты проблема обеспечения устойчивости энергетики, то есть устойчивости электроэнергетических

систем. Так как солнечная и ветровая энергия непостоянны во времени и в ряде случаев непредсказуемы, поэтому выработка электроэнергии этими источниками часто не соответствует графикам нагрузок. Для решения данной проблемы необходимо либо создание высокоманевренной системы резервирования генерирующих мощностей, либо приборов с регулируемой нагрузкой у потребителей, либо систем аккумулирования энергии. В противном случае будут проявляться крупные каскадные или системные аварии.

Другой проблемой ЕС является интеграция «зелёной» энергетики в энергосистему. Эта проблема может быть решена в связи с переходом на Smart Grid (интеллектуальные сети). За основу принимаются европейские технологические платформы 2020 года. В России также происходит развитие электроэнергетики с помощью интеллектуальных сетей на базе таких устройств, как: FACTS, СТАТКОМ, управляемые шунтирующие реакторы и т.д., направленные на повышение гибкости и управляемости сети. В США происходит переход к интеллектуальной сети, созданной Национальным институтом стандартов NIST. В основном это сеть RACE (Rapid Access Computing Environment), которая придумана для получения новых исследований и разработок в сфере электроэнергетики.

Таким образом, сравнительный анализ позволил определить, как общие тенденции развития электроэнергетики, так и существенные различия.

К общим относятся:

- внедрение инновационных технологий в стандартную и нетрадиционную энергетику, что может повысить надёжность и качество электроэнергии;
- переход к интеллектуальным сетям;
- снижение экологической нагрузки.

Отличия заключаются в разной степени обеспеченности ресурсами, в состоянии и структуре оборудования и в разных природно-климатических условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электроэнергетика / Ю.В.Шаров [и др.]; под общ. редакцией Чихалкина А.А. – Москва.: Электроэнергетика, 2013. – 379с.
2. Автоматизированная система кон-

- троля и учета электроэнергии / А.Б. Лоскутов, А.И. Гардин, А.А. Лоскутов; под общ. редакцией Т.В. Третьякова – Нижний Новгород.: автоматизированная система контроля