

Главной задачей, стоящей перед исследованием в данный момент, это создание собственного программно-технического комплекса для моделирования.

В дальнейшем предполагается расширение диапазона решаемых программным комплексом задач, вплоть до анализа перетоков энергии в пределах энергосистемы мегаполиса и анализа загрузки той или иной подстанции в отдельности.

Интеграция основанных на информационных технологиях, систем управления спросом на электроэнергию с облачной платформой распределенного генератора электромобилей создаст синергетический эффект. Предполагается, что данное мероприятие позволит: снять ограничения по технологическому присоединению; удовлетворить часть спроса прогнозируемой мощности; снизить нагрузку на сети среднего напряжения 6-35 кВ; увеличить количество пользователей электромобилей; развить сетевую инфраструктуру заправок; привлечь дополнительные инвестиции в развитие региона.

УДК 621.311:017

## **ГОРОДСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ В УСЛОВИЯХ SMART GRID**

*Фурсанов М.И., Макаревич В.В., Гецман Е.М.*

*Белорусский национальный технический университет*

Городские электрические сети являются основным компонентом системы электроснабжения любого города, который осуществляет распределение электроэнергии по территории города с помощью городских (в основном, кабельных) сетей 6-10 кВ и содержит трансформаторные подстанции (ТП) и линии, соединяющие центры питания (ЦП) с ТП и ТП между собой, а также распределительные сети до 1000 В, питающие потребителей электрической энергии [1]. При этом совокупность сетей 35-110 кВ и выше называются электроснабжающими, а сборные шины 6-10 кВ питающих подстанций - центрами питания городских сетей.

В Республике Беларусь электроснабжение городов выполняют городские районы электрических сетей, а в г. Минске – Минские кабельные сети.

Фрагмент городской электрической сети приведен на рис. 1 и состоит из двух питающих подстанций 35-110 кВ («Юго-Запад» и «Петровщина») с двумя сборными шинами 6-10 кВ (ЦП1 и ЦП2), трех распределительных линий (фидера 302, 404 и 611), трех понижающих подстанций 10/0,38 кВ (ТП 2930, 2941 и 2725), сети 0,38 кВ, подключенной к абонентской ТП 2725 и двух источников распределенной генерации – Г1 (на шинах 10 кВ ТП 2930) и Г2 (на шинах 10 кВ ТП 2725).

Для анализа и оптимизации режимов традиционных городских сетей 6-10 кВ на кафедре «Электрические системы» БНТУ разработан и в РБ повсеместно эксплуатируется универсальный промышленно-вычислительный комплекс GORSR [2]. Основными функциями комплекса являются: создание модели электрической сети в реальном времени и решение основных технических задач эксплуатации городских сетей – расчет и анализ режима, оптимизация точек разреза, оценка чувствительности максимальных токовых защит, расчет и анализ емкостных токов замыкания на землю и зарядных токов и т.д. К приоритетным направлениям данного комплекса относятся: использование различных баз данных, разработанных на платформах СУБД, FoxPro, MS-Acces, Paradox, Oracle и др., а также графическое представление схем сетей и результатов расчета режима, в основу которого положено определение потокораспределения в кабельных линиях с двухсторонним питанием, что в современных условиях реструктуризации городских электрических сетей не актуально и требует совершенствования.

Новые условия функционирования электроэнергетики, повышение требований к технологическому состоянию отрасли, надёжности систем в большинстве развитых стран предопределили переход к реструктуризации электрических сетей энергосистем на базе инновационной организационной структуры SMART GRID (интеллектуальных электрических сетей). При этом реструктуризация подразумевает не только обновление основных производственных фондов, текущих и инвестиционных активов электрических сетей (проводников, трансформаторов, средств измерения и передачи информации, коммутационных

аппаратов, паспортизации ...), но и обеспечение энергетической (и экологической) безопасности и эффективности (энергетической и экономической) за счёт нового типа сетей – «интеллектуальной» энергетики.

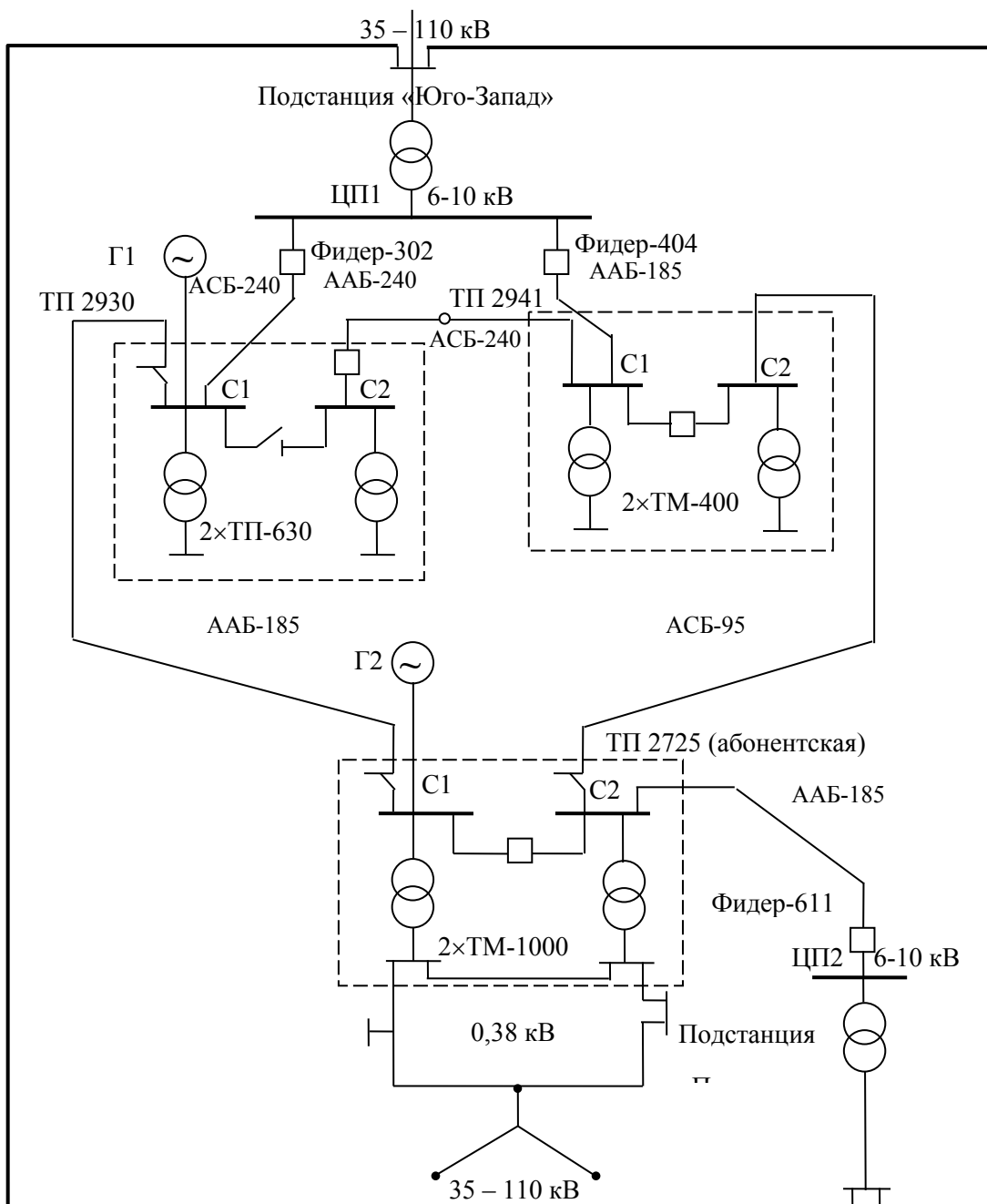


Рисунок 1 – Фрагмент городской электрической сети

В ОЭС Беларуси термин SMART GRID в распределительных электрических сетях определен стандартом ГПО «Белэнерго» СТП 09110.47.104-11 [3]. В соответствии с принятым документом SMART GRID в белорусском понимании представляет собой систему нового поколения, интегрирующую производителей, потребителей электроэнергии и электрические сети, образуя единое информационное и коммуникационное пространство. SMART GRID позволяет в реальном времени отслеживать и контролировать режимы работы всех участников процесса выработки, передачи и потребления электроэнергии, оперативно реагировать в автоматическом режиме на изменения параметров и осуществлять бесперебойное электроснабжение с максимальной экономической эффективностью при снижении

влияния человеческого фактора. SMART GRID представляет собой совокупность линий электропередачи разных классов номинального напряжения, активных устройств электромагнитного преобразования электроэнергии, коммутационных аппаратов, устройств защиты и автоматики, информационно-технологических и адаптивных управляющих систем. При проектировании интеллектуальной части SMART GRID используются современные средства управления, новые системы диагностики и высокоскоростные системы передачи информации. В этом же документе SMART GRID определяется как главное направление перспективного развития распределительных электрических сетей Белорусской энергосистемы.

В настоящее время работы по построению концепции создания интеллектуальных сетей, развиваются, в основном, в направлении их автоматизации. Это, прежде всего, относится к новым схемным и конструктивным решениям городских сетей (создание новой сетевой топологии с иерархической территориальной и технологической сегментацией и гибкими электросетевыми связями, обеспечивающими обмена и автоматическое регулирование и подключение мощностей; взаимодействие с любыми видами генерации – включая малые и альтернативные источники энергии и т.д.), а также к построению единого информационного пространства, базирующегося на современных измерительных и коммуникационных технологиях. Существующие и перспективные схемные и конструктивные решения, позволяющие автоматизировать процесс управления режимами городских электрических сетей в условиях SMART GRID весьма разнообразны. К схемным решениям можно отнести: широкое применение источников распределённой генерации (турбины внутреннего сгорания, фотоэлектрические установки, ветроустановки, мини-ГЭС и т.д.); сложность и объёмность схем, имеющих большое количество резервных связей между распределительными пунктами 6–10 кВ, которые в нормальном режиме могут быть отключены; привязку схем перспективного развития РС 0,4–10 кВ к карте местности с учетом перспективного строительства или реконструкции, планируемые изменения в характере нагрузок и генерации; наличие требуемого уровня автоматизации с применением интеллектуальных устройств; содержание технических решений по увеличению пропускной способности, управляемости, надежности функционирования, эффективности и безопасной эксплуатации сетей.

В последние годы городские распределительные электрические сети ОЭС Беларуси активно насыщаются распределенными потребительскими генерирующими источниками, в том числе работающими на альтернативных источниках энергии [4]. Источники распределенной генерации подключаются к шинам ТП, в том числе на стороне нагрузки, и оснащаются автоматикой для обеспечения синхронной работы с энергосистемой, отключения от энергосистемы и поддержания автономной работы. Поэтому учет распределенной малой генерации в задачах управления режимами городских электрических сетей становится необходимым.

Большинство же задач управления режимами, характерных для традиционных городских распределительных сетей, в условиях SMART GRID теряют свою актуальность. Это обусловлено тем, что в отличие от городских распределительных сетей традиционного исполнения SMART GRID обладает исключительной наблюдаемостью. С другой стороны, математическая модель SMART GRID становится более сложной благодаря насыщению активно-адаптивными элементами и средствами регулирования.

Создание инфраструктуры технологического управления режимами и эксплуатацией оборудования SMART GRID должно предусматривать разработку интегрированной информационно-управляющей системы нового поколения, работающей в рамках единой информационной модели на основе стандартизованных протоколов и интерфейсов взаимодействия и осуществляющей глобальный мониторинг и контроль функционирования всех секторов электроэнергетической системы, обеспечивая требуемое качество и надежность на всех уровнях.

Совместные расчеты городских сетей 6-10 и 0,38 кВ в условиях SMART GRID становятся не актуальными. По каждому ТП 6-10 кВ и каждому потребителю сетей 0,38 кВ в SMART GRID доступны графики изменения действующих значений параметров режима прямой, обратной и нулевой последовательности на частотах каждой выявленной гармоники, а так-

же графики изменения параметров активно-адаптивных элементов схемы сети. Традиционно рассчитываемые режимные параметры в SMART GRID являются наблюдаемыми. Основные направления и расширения развития области применения автоматического управления режимами SMART GRID с уменьшением доли человеческого субъективизма и интеллектуализации этого управления достаточно подробно изложены в литературных источниках, например, в [5].

#### **Выводы:**

1. SMART GRID представляет собой сверхуправляемую, интеллектуальную, распределённую, самодиагностирующуюся и самовосстанавливающуюся систему, состоящую из информационно-телекоммуникационной и электроэнергетической частей, в которой активно-адаптивными сетями объединен в единое информационно-коммутационное пространство комплекс электрооборудования и клиенты, которые одновременно могут являться потребителями и производителем электроэнергии.

2. SMART GRID является симбиозом электроэнергетики, электроники, информационных технологий, телекоммуникаций, сенсоров, программного обеспечения и математики.

3. Традиционно рассчитываемые режимные параметры в условиях SMART GRID являются наблюдаемыми, поэтому большинство задач управления режимами, характерные для традиционных городских распределительных сетей, в условиях SMART GRID в будущем теряют свою актуальность.

4. Задачи управления режимами городских электрических сетей в условиях SMART GRID требуют применения более сложных и дорогих многоуровневых математических моделей, учитывающих влияние разнообразных средств регулирования, режимную реакцию активно-адаптивной части сетей и распределенной малой генерации, в том числе использующей нетрадиционные источники энергии.

5. Основным направлением развития автоматической системы управления режимами городских электрических сетей в условиях SMART GRID является разработка методов и алгоритмов распределенных расчетов на основе многоуровневых математических моделей с использованием блочно-параллельной обработки данных в условиях распределенных высокопроизводительных вычислительных систем.

УДК 004.42:81`33

### **ОСОБЕННОСТИ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АНГЛО-БЕЛОРУССКО-РУССКОГО СЛОВАРЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ**

*Швед М.А., Попова Ю.Б., Макарич М.В.*

*Белорусский национальный технический университет*

**Введение.** Центральным объектом компьютерной лексикографии является компьютерный или электронный словарь, под которым понимается любое лексикографическое произведение на машинных носителях, снабженное программами автоматической обработки и наполнения [1, с. 36].

Идея создания электронных словарей возникла в результате исследований «по определению вида и количества ошибок, совершаемых переводчиком при переводе текстов различной трудности, и по подсчету времени, которое затрачивает переводчик на поиск в словарях и справочниках незнакомых ему слов» [2, с. 12]. Сегодня широко распространены электронные версии самых различных словарей. В отличие от традиционных словарей электронный словарь наряду с текстом и графическими изображениями может содержать весь спектр медиа объектов, включая видео и анимационные фрагменты, звук, музыку, графику и т.д.

Все электронные словари можно разделить на два типа: автоматические словари конечного пользователя и автоматические словари для программ обработки текста (это информационно-поисковые тезаурусы, частотные словари, рубрикаторы, классификаторы, словари морфологического анализа, словари для машинного перевода) [3, с. 21]. Важной особенностью электронного словаря является его гипертекстовое устройство. Ссылки, внедренные в слова, фразы или рисунки, позволяют пользователю выбрать текст или рисунок и немед-