

*Баранов Максим Сергеевич, магистрант 2 курса напр. «Электроэнергетика и электротехника», специальность «Релейная защита, автоматизация и управление режимами электроэнергетических систем», СамГТУ, г. Самара*  
*Кубарьков Юрий Петрович, научный руководитель, кафедра «Электрические станции», д.т.н., СамГТУ, г. Самара*

## УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ СЕТЕЙ С АКТИВНО – АДАПТИВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

**Аннотация:** В этой статье будет представлен обзор усовершенствованного программного обеспечения DMS, включая его разнообразный, сложный портфель функциональных возможностей, а также его преимущества для владельца распределительной сети и потребителя энергии. Усовершенствованная DMS является критически важным инструментом для управления распределительной сетью и позволяет получить многие преимущества, которые коммунальные предприятия и потребители ожидают от своих инвестиций в Smart Grid.

**Ключевые слова:** энергосистема, распределительные сети, DMS, усовершенствование, модель сети, функционал, Smart Grid.

**Abstract:** this article will provide an overview of the advanced DMS software, including its diverse, complex portfolio of functionality, as well as its advantages for the distribution network owner and energy consumer. The advanced DMS is a critical tool for managing the distribution network and provides many of the benefits that utilities and consumers expect from their Smart Grid investments.

**Keywords:** power system, distribution networks, DMS, improvement, network model, functionality, Smart Grid.

## Введение

Эпоха интеллектуальных энергосистем является результатом смещения фокуса в электроэнергетике - отход от старого, знакомого подхода крупных электростанций и использования систем передачи для перемещения большой мощности. Будущее Smart Grid, скорее всего, будет сосредоточено на небольших распределенных генераторах электроэнергии, росте возобновляемых ресурсов, устранении перегрузок и снижении пикового спроса с помощью вариантов реагирования спроса.

В дополнение к акценту на развитие управления распределительными сетями, потребителю электроэнергии предлагается изменить давние привычки и управлять растущим аппетитом к энергии. Регулирующие организации и коммунальные службы пытаются решить эту проблему во всем мире, комбинируя передовые технологии измерения и связи, чтобы предложить новые возможности. Динамические, время использования и другие альтернативы ценообразования находятся на рассмотрении, чтобы уменьшить перегрузку электросети и затраты на электроэнергию [3; 5].

С учетом этих изменений критически важным является необходимость более эффективного планирования, проектирования и управления распределительной сетью.

Кроме того, существует стремление внедрить основное программное обеспечение для поддержки этой ответственности - усовершенствованную систему управления распределением (DMS).

### Усовершенствованная DMS

На протяжении более 40 лет коммунальные службы использовали силу и скорость компьютеров для моделирования электрических сетей.

Моделирование распределительных сетей - это другая, и во многих отношениях, более сложная проблема.

Вместо необходимости моделировать статические, ячеистые и сбалансированные сети передачи современная продвинутая технология DMS должна моделировать радиальные, несбалансированные распределительные

сети с быстро меняющимися топологиями и профилями спроса. Вместо последовательной и частой телеметрии из сети передачи передовая технология DMS должна быть способна координировать несинхронизированные данные для управления этими моделями сети. Усовершенствованная DMS также должна учитывать возможность «выделения» частей распределительной сети, создавая потенциал для управления несколькими и независимыми распределительными сетями [2].

Усовершенствованная DMS также должна иметь дело с растущим использованием электричества, поддерживая переменные, локализованные профили спроса, создаваемые изменением привычек потребления, а также новыми устройствами, работающими на электричестве, такими как автомобили с батарейным питанием и высокотехнологичные устройства. Кроме того, должна работать с изменяющимися моделями потребления и потребительским спросом на более высокий уровень обслуживания для своих устройств. Не только должны улучшаться уровни обслуживания, но также должно быть высокое качество обслуживания, включая уровни напряжения, которые соответствуют нормативным нормам.

Усовершенствованная DMS - это инструмент, который позволяет инженеру и диспетчеру энергосистемы эффективно и рационально проектировать, планировать и эксплуатировать распределительную сеть. Он анализирует несбалансированные и динамически изменяющиеся распределительные сети в режиме реального времени, одновременно предоставляя возможность изучения как для обратного, так и для прямого обзора, чтобы определить варианты для повышения надежности сети при одновременном снижении затрат на электроэнергию.

#### Основа передовой DMS

В основе усовершенствованного DMS лежит способность точно определять модель сети и обрабатывать алгоритм несбалансированного потока нагрузки на основе этой модели с телеметрическими данными, взятыми из сети [1].

## Модель сети

Усовершенствованная DMS должна быть способна представлять все аспекты распределительной сети, включая различные типы проводников, трансформаторы, выключатели, предохранители и другие постоянные и временные устройства, используемые в работе распределительной системы. Модель должна обеспечивать возможность подключения на основе положения выключателей и уметь определять, как отдельные точки спроса связаны с источником энергии [6; 7].

Для обеспечения работы расширенного алгоритма потока нагрузки DMS требуются данные, телеметрированные из распределительной сети. Эти данные обычно предоставляются через системы диспетчерского контроля и сбора данных (SCADA) и связанную с ними телеметрию, через сети AMI и из системы управления отключениями (OMS). Объем данных, подлежащих телеметрии и хранению, является значительным и часто меняется, что говорит о том, что необходимо очень внимательно относиться к управлению потоком данных в усовершенствованной DMS, позволяя обрабатывать их быстро и эффективно. Данные предоставляют различную информацию (например, напряжение, ток) и состояние устройства (например, открыто / закрыто), чтобы обеспечить функционирование алгоритма потока нагрузки. Усовершенствованная DMS также должна иметь возможность хранить копии данных для будущих исследований и обучения. Копии исторических данных могут быть очень полезны при планировании ситуаций, которые развиваются в сети при изменении профилей спроса и затрат на электроэнергию.

Визуализация передовых результатов DMS с помощью сложной сетевой модели, значительных объемов данных (как телеметрических, так и рассчитанных) и широкого круга продвинутых пользователей DMS (инженеры-проектировщики и проектировщики, диспетчеры управления операциями, системы распределения и т.д.) Обеспечение визуализации результатов расширенного DMS является важным соображением. Усовершенствованная DMS должна иметь возможность отображать сетевые данные в географическом

представлении (например, картах), схематическом представлении и в однолинейных схемах. Кроме того, конечный пользователь должен иметь возможность легко управлять уровнем информации, отображаемой в этих представлениях.

Качество данных, передаваемых телеметрически из разных точек распределительной сети, как правило, несовершенно. Проблемы в устройствах или в телекоммуникационных сетях, связанных с этими устройствами, позволяют предположить, что перед проведением расширенного анализа данные должны быть предварительно обработаны, чтобы устранить неверные точки данных, оценить точки без телеметрии и решить любые проблемы с «временным искажением» для несинхронизированных телеметрических систем.

Инструмент, который выполняет этот анализ качества, известен как оценка состояния, критическая особенность продвинутого DMS. Чтобы доверять результатам аналитического программного обеспечения, входные данные должны быть проверены на качество и либо скорректированы, либо исключены, чтобы избежать плохих результатов.

#### Расширенный аналитический функционал DMS

Усовершенствованная DMS имеет функциональность, которая поддерживает несколько функциональных областей [4]:

1. Планирование и анализ операций, минимизация потерь. Одним из основных применений является анализ в реальном времени, который позволяет оптимизировать распределительную сеть. Усовершенствованная DMS постоянно выполняет анализ в реальном времени, выявляя проблемы и предлагая подходы для лучшего балансирования нагрузки, предлагая переключение для минимизации потерь и выявления других потенциальных и реальных проблем, а также возможных решений.

Усовершенствованная DMS позволяет коммунальным предприятиям сокращать потери энергии в своих распределительных сетях за счет более детального понимания потерь - и путем реконфигурации и оптимизации сети минимизировать эти потери.

## 2. Поддержка мероприятий по управлению отключениями

Усовершенствованная DMS обеспечивает аналитическую поддержку, чтобы обеспечить более быстрое выявление и устранение причин сбоев. Интегрированный с OMS, она обеспечивает функциональность «следующего поколения», которую можно использовать для повышения надежности сети.

Усовершенствованная DMS обладает высоким уровнем функциональности, связанной с обнаружением неисправностей, идентификацией и восстановлением сервисов (FLISR). Функциональность FLISR, уже присутствующая в большинстве утилит, расширена за счет расширенной способности DMS обнаруживать неисправности (на основе телеметрии и анализа) и предоставлять ранжированные варианты переключения диспетчеру (например, приоритизация на основе подключенной нагрузки, подключенных клиентов и т. д.).

Поскольку усовершенствованная DMS хранит информацию о состоянии сети в состоянии коммутации, она облегчает и автоматизирует создание заказов на переключение для запланированной и незапланированной работы, которую диспетчеры или полевые операторы могут выполнять в соответствии с традиционными процедурами или которые могут выполняться автоматически в наличие полевой автоматизации. Все это может быть достигнуто при одновременном управлении функциями тегирования и обеспечении постоянного представления состояния сети, включая включение временных элементов, которые могут использоваться для поддержки восстановления после сбоя.

### Контроль мощности и напряжения

Функциональные возможности управления напряжением / мощностью, содержащиеся в усовершенствованной DMS, позволяют утилитам обеспечивать качество электроэнергии во всех частях распределительной сети. Она также обеспечивает прозрачный подход к реагированию на спрос, который коммунальные предприятия могут осуществлять без какой-либо необходимости или ожидания участия клиента. С этой целью управление напряжением /

мощностью, поддерживаемое усовершенствованным DMS, повышает общую стабильность и надежность сети [2].

Некоторые действия по реагированию на спрос зависят от того, как клиенты реагируют самостоятельно. Коммунальные службы и правительство регулярно обращаются к потребителям электроэнергии с просьбой об изменении их моделей потребления, когда поставки ограничены. Регуляторы также могут создавать структуры тарифов, которые поощряют подобное поведение посредством обычного внимания к затратам на энергию. Однако, поскольку эти подходы не обеспечивают достаточного сокращения, предоставляются дополнительные параметры реагирования спроса, и усовершенствованная DMS может поддерживать приоритетное применение этих параметров.

В целом, доступные опции подразделяются на три категории, которые перечислены в порядке воздействия на клиента (от низшего к высшему):

1. Управление напряжением консервации (CVR) - также известное как реакция спроса системы распределения (DSDR)

2. Прямой контроль нагрузки

Большинство коммунальных предприятий внедрило некоторую форму реагирования на прямую нагрузку, как правило, с помощью радиоуправляемых устройств, расположенных на водонагревателях, кондиционерах и насосах бассейна. Используя эту форму ответа на запрос, утилиты могут отключить эти устройства на короткий период времени (возможно, от 15 до 20 минут), чтобы уменьшить спрос в распределительной сети.

Вывод

Усовершенствованная DMS является незаменимым инструментом эпохи Smart Grid. Начиная с создания быстрого, несбалансированного механизма потока нагрузки и возможности проверки данных с помощью оценки состояния, усовершенствованная DMS предоставляет полную функциональность, помогающую коммунальным службам оптимизировать свои распределительные сети. Программное обеспечение также предоставляет

диспетчерам, инженерам и другим лицам, которые работают и управляют сетью, простую визуализацию сети.

Усовершенствованная DMS включает в себя значительную функциональность для управления отключениями и выполнения операций FLISR. В нем также есть инструменты для поддержки оптимизации по напряжению / мощности, что обеспечивает функциональность ответа по требованию на основе напряжения (DSDR), форму реагирования на спрос, которая оказывает наименьшее влияние на потребителей. Программное обеспечение поддерживает распределенную генерацию, позволяя утилите расти и приспосабливаться к возобновляемой генерации, ожидаемой в эпоху Smart Grid, при оптимизации сети для надежного обслуживания.

Наконец, усовершенствованная DMS поддерживает краткосрочное, среднесрочное и долгосрочное планирование, а также позволяет собирать «кейсы» для поддержки обучения диспетчеров, управляющих распределительной сетью.

#### **Библиографический список:**

1. Louw A. Clean Energy Investment Trends 2017 // Bloomberg [Электронный ресурс]. URL: <https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2018/01/BNEF-Clean-Energy-Investment-Investment-Trends-2017.pdf>.
2. Гришин Д.С., Пашенко Д.В., Синев М.П., Трокоз Д.А., Яровая М.В. Особенности внедрения интеллектуальных энергосетей Smart Grid // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2017. №1 (21). С. 109-116.
3. Маликова О.И., Златникова М.А. Государственная политика в области развития возобновляемой энергетики // Государственное управление. Электронный вестник, 2019. - №. 72, - С. 5-30. /2070-1381-2019-Кобец Б. Б., Волкова И. О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. — М.: ИАЦ Энергия, 2010. — 208 с.
4. Матюшок В.М., Серджио Б., Балашова С.А., Гомонов К.Г. Влияние



smart Grid и возобновляемых источников энергии на энергоэффективность: зарубежный опыт // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика, 2017. - №. 4 (25). - С. 583-598.

5. Портал по энергосбережению. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.energsovet.ru/stat328.html> (дата обращения: 07.11.2016).

6. Умные сети и интеллектуальные энергетические системы. [Электронный ресурс]. URL: <http://venture-biz.ru/energetika-energoberezhenie/290-intellektualnye-seti> (дата обращения: 07.11.2016).

7. Умные сети и новая эпоха в энергетике. [Электронный ресурс]. URL: <http://forca.ru/stati/energetika/umnye-seti-i-novaya-epoha-v-energetike.htm>.