

# Построение системы управления объектами распределённой генерации электрических сетей ОАО «МОЭСК» для обеспечения разгрузки питающих центров

Денис ДОГАДКИН, директор департамента,  
Артём СМИРНОВ, заместитель директора департамента,  
Дмитрий СКУПОВ, главный эксперт,  
ОАО «МОЭСК»

## РАСПРЕДЕЛЁННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ МОСКВЫ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В энергосистеме Москвы и Московской области отмечается положительная динамика подачи заявок на технологическое присоединение объектов распределённой генерации. Так, в период с 2008 г. по 2014 г. выдано 27 технических условий на технологическое присоединение

**Рис. 1. Мощность и количество объектов распределённой генерации по выданным ТУ в ОАО «МОЭСК» нарастающим итогом**



объектов распределённой генерации единичной мощностью до 25 МВт к электрическим сетям ОАО «МОЭСК» общей установленной мощностью 299,6 МВт (рис. 1). В 2014 г. выдано технических условий (ТУ) на 116,7 МВт – это максимальная величина с 2008 г.

При сохранении тенденции подаваемых заявок на присоединение к сетям в 2020 г. суммарная мощность по выданным ТУ может составить примерно 1064 МВт.

Интерес к развитию распределённой генерации обусловлен тем, что собственники небольших предприятий наряду с развитием основного производства приходят к выводу, что установка собственных генераторов и выработка электрической энергии имеет дополнительные преимущества для компании. Также на рынок выходят собственники котельных, преобразующих котельные в мини-ТЭЦ.

На мини-ТЭЦ производство электрической энергии в дополнение к выработке тепловой энергии повышает коэффициент полезного использования топлива и приносит дополнительную прибыль.

В настоящее время суммарная установленная мощность объектов распределённой генерации, подключённых к сетям ОАО «МОЭСК», на 1 января 2015 г. составляет 181,5 МВт, и в основном это газотурбинные и газопоршневые электростанции установленной мощностью менее 10 МВт.

## ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Развитие распределённой генерации – одно из перспективных направлений развития современной электроэнергетики и эффективных средств, позволяющих ликвидировать перегрузку трансформаторов подстанций и снизить потери электрической энергии.

Кроме того, появляется возможность осуществления технологического присоединения потребителей без выполнения реконструкции питающей сети и замены трансформаторов. В то же время при внедрении объектов распределённой генерации электросетевые компании сталкиваются с ростом уровней токов короткого замыкания в распределительных сетях, необходимостью перенастройки и установки устройств релейной защиты и автоматики.

### РАЗГРУЗКА ТРАНСФОРМАТОРОВ ПИТАЮЩИХ ЦЕНТРОВ

В часы максимальных нагрузок в период максимального потребления в аварийных режимах при отключении трансформатора возможна перегрузка оставшегося в работе силового трансформатора.

Подключение объектов распределённой генерации на параллельную работу с электрической сетью ОАО «МОЭСК» или включение объектов распределённой генерации в аварийных режимах действием устройств автоматики ограничения перегрузки оборудования (АОПО) трансформаторов позволит ликвидировать перегрузку трансформаторов и не производить отключение потребителей действием противоаварийной автоматики (рис. 2).

Также для подстанций с низким ростом нагрузки существующих потребителей и низкой заявленной мощностью на технологическое присоединение потребителей при достижении загрузки трансформаторов в расчётном аварийном режиме более 105% целесообразно подключить объект распределённой генерации и снизить загрузку трансформаторов. Это позволит эксплуатировать трансформаторы до достижения нормативного срока службы без аварийных перегрузок и исключить необходимость замены трансформаторов на более мощные.

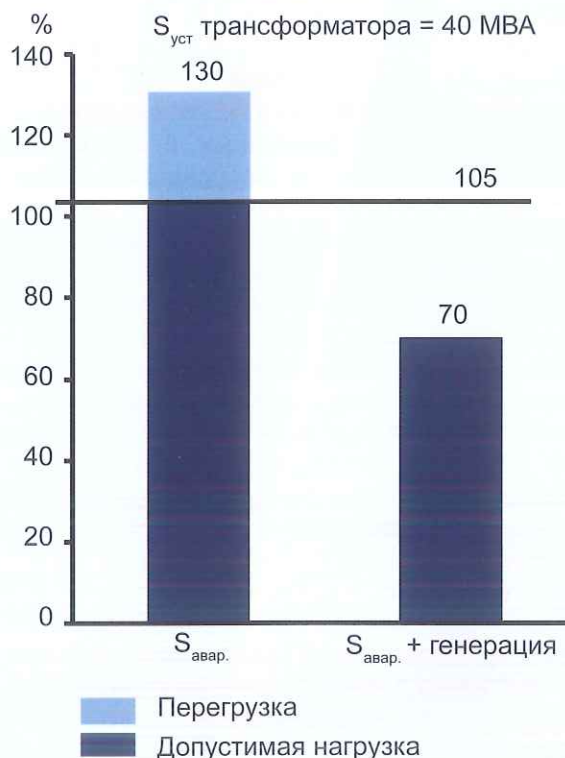
### СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ

Размещение объектов распределённой генерации в непосредственной близости к потребителю снижает транзитные перетоки по трансформаторам питающих центров и линиям электропередачи, что приводит к снижению потерь электрической энергии и, как следствие, к сокращению затрат электросетевой компании на покупку потерь.

Например, питающий центр с трансформатором мощностью 20 МВА, загруженным на 16 МВт, при подключении генератора мощностью 6 МВт к шинам 6 кВ позволит снизить потери мощности в трансформаторе с 0,18 до 0,11 МВт (снижение на 40%).

Подключение объектов распределённой генерации в непосредственной близости к потребителям

Рис. 2. Разгрузка трансформаторов питающих центров



позволяет решить проблему поддержания нормированных уровней напряжения у потребителей, электрически удалённых от питающих центров 35–220 кВ, в местах, где исчерпана возможность регулирования напряжения РПН трансформаторов. Такое решение позволяет снизить количество переключений РПН трансформаторов и отказаться от установок средств компенсации реактивной мощности.

### УВЕЛИЧЕНИЕ УРОВНЕЙ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ И ДИНАМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ

Одним из отрицательных эффектов внедрения объектов распределённой генерации является рост уровней токов короткого замыкания в распределительной электрической сети. Обусловлено это тем, что генераторы малой мощности в распределительной электрической сети оказывают дополнительную подпитку тока короткого замыкания. Рост уровней токов короткого замыкания влечёт за собой необходимость замены существующего коммутационного оборудования и линий электропередач в распределительных электрических сетях.

В случае возникновения коротких замыканий или снижения частоты в распределительных электрических сетях, прилегающих к объекту распределённой генерации, вследствие низкой динамической устойчивости генераторы малой мощности выйдут из синхронизма и за 0,2 с будут отключены. Отключение объекта распределённой генерации происходит до срабатывания устройств автоматики частотной разгрузки (АЧР), автоматики регулирования напряжения трансформаторов (АРНТ) и автоматики ограничения снижения напряжения (АОСН) на питающих центрах, что осложняет развитие аварии в энергосистеме, а

также увеличивает вероятность перегрузки трансформаторов и отключения потребителей действием АОПО трансформаторов.

### **ОХРАНА ТРУДА И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ**

При проведении ремонтных и аварийно-восстановительных работ в распределительных сетях с подключёнными объектами распределённой генерации для исключения подачи напряжения от генераторов в сеть и, как следствие, несчастных случаев (электротравматизма), необходимо провести соответствующую подготовку оперативного персонала ОАО «МОЭСК». Для закрепления знаний и навыков периодически проводить совместные тренировки персонала сетевых компаний и собственников объектов генерации. Определить порядок взаимодействия путём разработки, согласования и утверждения соглашения о технологическом взаимодействии с собственниками объектов распределённой генерации.

### **ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ГЕНЕРАЦИИ**

Система управления объектами распределённой генерации должна заключаться в определении порядка действий, начиная от подачи заявок на технологическое присоединение к электрическим сетям и заканчивая управлением режимом работы объектов распределённой генерации. Построение системы управления объектами распределённой генерации необходимо выполнить в два этапа:

- обеспечение нормативной документацией;
- определение порядка управления объектами распределённой генерации.

На первом этапе построения системы управления объектами распределённой генерации необходимо разработать типовые технические условия на технологическое присоединение объектов распределённой генерации к электрическим сетям ОАО «МОЭСК».

Типовые технические условия должны ранжироваться по критериям мест присоединения, классам напряжения, типам и объёму установленной мощности.

Кроме типовых технических условий необходимо разработать типовые схемы выдачи мощности и технические решения по присоединению объектов малой генерации. Проекты по технологическому присоединению объектов распределённой генерации, выполняемые по индивидуальным техническим условиям, должны содержать разделы:

- анализ существующей схемы электроснабжения, формирование балансов мощности и энергии, разработка вариантов подключения объекта распределённой генерации;
- расчёты электрических режимов в прилегающей электрической сети, устойчивости генераторов на вводимом объекте распределённой генерации;
- расчёты токов короткого замыкания для определения необходимости модернизации прилегающей электрической сети;

- выбор общих технических решений и определение комплекса мероприятий по релейной защите, противоаварийной автоматике и телемеханике.

На основании вышеизложенного необходима чёткая градация по установленной мощности, которая позволит определить типовые технические решения по выбору и настройке параметров устройств релейной защиты и автоматики, противоаварийной автоматики, систем связи, а также управлению режимами работы объектов распределённой генерации.

Кроме типовых технических условий, типовых технических решений и схем выдачи мощности необходимо разработать типовые соглашения о технологическом взаимодействии с собственниками объектов распределённой генерации. Данные соглашения призваны регламентировать взаимодействие оперативного персонала ОАО «МОЭСК» с собственниками объектов распределённой генерации. В типовых соглашениях по технологическому взаимодействию необходимо описать порядок безопасного проведения ремонтных работ в распределительной электрической сети с установленными объектами распределённой генерации.

После разработки нормативной документации необходимо разработать алгоритмы управления объектами распределённой генерации. Алгоритмы управления должны решать задачи определения места размещения объектов распределённой генерации по критериям оптимизации загрузки питающих центров и минимизации потерь электрической энергии в текущем режиме работы электрических сетей. Разработав алгоритмы управления объектами распределённой генерации, необходимо произвести интеграцию объектов распределённой генерации в систему управления распределительными электрическими сетями, внедряемую в ОАО «МОЭСК» на основе SCADA/OMS/DMS-систем с управляющими воздействиями на объекты распределённой генерации.

Внедрение системы управления объектами распределённой генерации позволит оптимально загружать питающие центры ОАО «МОЭСК».

От внедрения системы выиграют не только собственники объектов распределённой генерации, но и сетевые компании, к которым выполняется технологическое присоединение объектов распределённой генерации.

### **ВЫВОДЫ**

Построение системы управления объектами распределённой генерации позволит:

- снять перегрузку питающих центров;
- сократить расходы на реконструкцию и техническое перевооружение электросетевых объектов;
- снизить технические потери электрической энергии;
- повысить надёжность электроснабжения потребителей;
- упростить процесс технологического присоединения объектов распределённой генерации к электрическим сетям ОАО «МОЭСК»;
- разработать методики по выбору первичного и вторичного оборудования.