



Некоммерческое партнерство
**«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ
Единой энергетической системы»**

109044 г. Москва, Воронцовский пер., дом 2
Тел. (495) 912-1078, 912-5799, факс (495) 632-7285
E-mail: dtv@nts-ees.ru, <http://www.nts-ees.ru/>
ИНН 7717150757

УТВЕРЖДАЮ

Председатель Научно-технической
коллегии, д.т.н., профессор

Н.Д. Рогалев

«03» апрель 2017 г.

ПРОТОКОЛ 2

заседания секции «Распределенные источники энергии» НП «НТС ЕЭС»
по рассмотрению доклада по теме:

«Проблемы и средства автоматизации управления локально районированными энергосистемами (MicroGrid)»

29 марта 2017 года

г. Москва

Присутствовали: члены секции «Распределенные источники энергии» НП «НТС ЕЭС», сотрудники «НИУ «МЭИ», АО «Техническая инспекция ЕЭС», НИЦ «Атмограф», АО «Институт «Энергосетьпроект», АО «НТЦ ФСК ЕЭС», АО «НТЦ ЕЭС (Московское отделение)», АО «РТСофт», ООО «Авелар Солар Технолоджи», всего 18 чел.

С вступительным словом выступил председатель секции «Распределенные источники энергии», заместитель генерального директора АО «Техническая инспекция ЕЭС», к.т.н. Илюшин П.В.

Во вступительном слове отмечена важность и актуальность представленной темы в связи с увеличением количества аварий в сетях внешнего и внутреннего электроснабжения с полным погашением потребителей первой, в том числе особой категории надежности, а также с ростом количества вводимых в эксплуатацию объектов распределенной генерации.

С докладом «Проблемы и средства автоматизации управления локально районированными энергосистемами (MicroGrid)» выступил главный эксперт АО «РТСофт», к.т.н. Шубин Н.Г.

Основные положения доклада приведены ниже. Презентация доклада прилагается (**Приложение 1**).

1. Отмечено, что в настоящее время в отечественной энергетике наблюдается рост количества проблемных вопросов, связанных, как с техническими аспектами, так и повышением цен на электроэнергию и

энергоносители, увеличением стоимости энергетической инфраструктуры и технологического присоединения к ней. Например, на одном из промышленных предприятий уральского региона в период с 2011 по 2016 гг. произошло около 50 случаев снижения напряжения на величину от 20 до 70% от номинального продолжительностью от 0,3 до 7 секунд, приведших к останову основного технологического процесса. При этом сброс нагрузки составлял порядка 45 МВт или 70% от общего объема электропотребления предприятия. Собственная мини-ТЭЦ установленной мощностью 20 МВт не позволяет в полном объеме обеспечить надежное электроснабжение ответственных электроприемников предприятия в указанных режимах.

2. Рассмотрены следующие проблемные вопросы, влияющие на надежность электроснабжения потребителей электроэнергии:

- нарушение устойчивости электроснабжения потребителей и генераторов объекта распределенной генерации (мини-ТЭЦ) или их превентивное отключение защитами при нормативных возмущениях в сетях внешнего или внутреннего электроснабжения предприятия;

- устройства релейной защиты в сетях с изолированной нейтралью (6 – 35 кВ) действуют на отключение присоединений при однофазных замыканиях на землю, что приводит к дополнительным погашениям нагрузки в допустимых режимах работы сети;

- неуспешные запуски крупных электродвигателей в различных схемно-режимных ситуациях, требующие проверки условий пусков крупных двигателей или резкопеременной нагрузки, посредством моделирования электрических режимов;

- возникновение опасных нагрузок на валу первичных двигателей объектов распределенной генерации (мини-ТЭЦ) при скачкообразных восстановлениях напряжения после продолжительных провалов напряжения (в случае применения НАПВ);

- повышенный (в среднем на 8-10% от $U_{ном}$) уровень напряжения в сети внутреннего электроснабжения предприятия;

- приоритет извлечению экономической выгоды от эпизодически возникающих низких цен на электроэнергию ОРЭМ, вместо решения технических вопросов обеспечения надежного электроснабжения электроприемников в различных схемно-режимных ситуациях;

- несовместимость локальных систем автоматического регулирования активного оборудования: РПН или вольтодобавочных трансформаторов (ВДТ) понижающих трансформаторов, автоматических регуляторов напряжения (АРН) динамических компенсаторов реактивной мощности (ДКРМ) и устройств автоматического регулирования возбуждения (АРВ) генераторов.

3. Представлены предложения по снижению рисков аварийных отключений электроприемников промышленного предприятия с остановом технологического процесса:

- выполнить перевод питания цепей управления электродвигателей ответственных потребителей предприятия 1-ой категории на источники бесперебойного питания;

- изменить уставки устройств РЗА на электродвигателях приводов механизмов – увеличить временные задержки на отключение от защиты минимального напряжения (при допустимости по условиям самозапуска);

- установить вторые основные быстродействующие защиты на линиях связи с ЭЭС в целях снижения количества случаев отключений КЗ с выдержками времени 0,3 секунды и более;

- выполнить установку автоматики опережающего деления сети на ПС, через которые осуществляется параллельная работа энергообъекта с ЭЭС;

- перераспределить (оптимизировать) балансы реактивной мощности в сети внутреннего электроснабжения предприятия – загрузить генераторы по реактивной мощности в базовых режимах;

- выполнить перевод АРВ генераторов мини-ТЭЦ из режима поддержания коэффициента мощности в режим поддержания модуля напряжения;

- выполнить установку дополнительных динамических компенсаторов реактивной мощности (ДКРМ) или искажений напряжения (ДКИН).

4. Отмечено преимущество применения ДКРМ, снижающего длительность провалов напряжения в сети внутреннего электроснабжения предприятия и позволяющее уменьшать, таким образом, основные проблемные аспекты, связанные с нарушением устойчивости двигательной нагрузки и генераторов мини-ТЭЦ.

5. Представлено, в соответствии с «White Paper on Integration of Distributed Energy Resources. The Consortium for Electric Reliability Technology Solutions (CERTS) MicroGrid Concept», определение локально-районированным энергосистемам (MicroGrid), в виде агрегации распределенных нагрузок и энергетических ресурсов (источников и накопителей электро-, теплоэнергии), большая часть которых должна быть оснащена средствами автоматизации, позволяющей управлять MicroGrid как единым объектом, который можно подключать/отключать к сети общего назначения. При отделении от энергосистемы MicroGrid должен позволять обеспечивать надежное и безопасное энергоснабжение локальных потребителей в автономном режиме работы.

6. Рассмотрены особенности локально-районированных энергосистем или MicroGrid, а также отмечены предпосылки к развитию подобных систем:

- увеличение КПД распределенных источников энергии;
- создание и совершенствование технологий, позволяющих снизить стоимость объектов ВИЭ, накопителей энергии и силовой электроники;

- развитие коммуникационных систем и компьютерных технологий управления MicroGrid.

7. Рассмотрены возможные примеры микро и макро энергообъектов локально-районированных энергосистем:

– распределенные источники энергии: мини-ТЭЦ (ГТУ, ГПУ, микротурбины, ДЭС), накопители электроэнергии, объекты ВИЭ, предприятия с управляемым электропотреблением (предприятия городского освещения или системы зарядки электромобилей);

– «умные» здания (дата-центры, торговые и бизнес центры, спортивно-развлекательные сооружения, жилые дома);

– технопарки и промышленные предприятия, находящиеся в черте города, имеющие собственную генерацию и накопители электроэнергии;

– виртуальные электростанции (VPP).

8. Отмечена необходимость создания системы автоматического управления для локально-районированных энергосистем обеспечивающей:

– координацию (первичного и вторичного регулирования) множества систем автоматического регулирования (САР) активных энергообъектов;

– экономически оптимальное (третичное) управление множеством активных энергообъектов;

– агрегирование распределенных энергоресурсов на территории для представления их на уровне оптового рынка;

– локализация аварий и скорейшее восстановление нормального режима локально-районированной энергосистемы.

9. Рассмотрены бизнес-модели, а также архитектура и пример системы управления виртуальной электростанции.

10. Представлены предложения по разработке комплекса технических мероприятий, обеспечивающих надежное электроснабжение электроприемников потребителей электроэнергии.

В обсуждении доклада и прениях выступили: Илюшин П.В. (председатель секции), Николаев В.Г. (НИЦ «Атмограф»), Горожанкин П.А., Наровлянский В.Г. (АО «Институт «Энергосетьпроект»), Шеловалова О.В. (ООО «ВИЭСХ-ВИЭ»), Гусев Ю.П., Шихин В.А. (НИУ «МЭИ»), Сенчук Д.А. (АО «НТЦ ЕЭС (МО)»), Крамской Ю.Г. (НП «ЕВРОСОЛАР Русская секция»).

С экспертными заключениями по тематике доклада **выступили:**

Илюшин П.В. – Заместитель генерального директора АО «Техническая инспекция ЕЭС», председатель секции, к.т.н.

Отметил, что в настоящее время наблюдается значительный рост количества вводов в эксплуатацию объектов распределенной генерации в отечественной энергосистеме единичной мощностью от 2 до 25 МВт, а в отдельных случаях и большей мощности на промышленных предприятиях горно-добывающей, металлургической, химической отраслях промышленности.

По экспертным оценкам суммарная мощность объектов РГ в России достигает 17 ГВт, с учетом всех изолированных энергорайонов.

При этом в целом наблюдается рост числа случаев с полным или частичным нарушением электроснабжения потребителей I категории, включая особую группу, имеющих место при каскадных авариях, начинающихся с отключения источников питания в сетях внешнего электроснабжения или объектов РГ в сетях внутреннего электроснабжения и завершающихся нерасчетной и некорректной работой оборудования систем внутреннего электроснабжения. Причинами сложившегося положения являются некорректные технические решения по составу, количеству и алгоритмам работы оборудования, устройств РЗА, принятые без специализированных, нетиповых натурных исследований параметров электрических режимов и расчетов установившихся и оптимизационных режимов, электромеханических переходных процессов и показателей качества электроэнергии

Обратил внимание на отсутствие в существующей нормативно-технической документации требований к участию объектов РГ в первичном, вторичном и третичном регулировании частоты и напряжения, требований к размещению объектов РГ и участию в алгоритмах противоаварийной автоматики, а также алгоритмам управления ими в различных схемно-режимных ситуациях.

Не решенными остаются вопросы синхронизации отдельных энергорайонов, содержащих большое количество объектов распределенной генерации с ЕЭС России после их выделения на изолированную работу.

Основной задачей в настоящее время остается поиск оптимальных технических решений возникающих проблемных вопросов, удовлетворяющих техническим и экономическим аспектам, при этом необходимо выработать комплексный подход к решению указанных проблем, с учетом мирового опыта.

Гусев Ю.П. – Заведующий кафедрой «Электрические станции» НИУ «МЭИ», к.т.н., доцент.

Обратил внимание на особую важность взаимодействия между централизованными системами и скоординированными децентрализованными системами, в части систем управления АРВ.

Отметил необходимость выдачи рекомендаций по настройке автоматизированной системы управления объектами РГ собственникам оборудования.

Горожанкин П.А. – Директор по АСУ АО «Институт «Энергосетьпроект», к.т.н.

Отметил следующие аспекты:

– наличие проблемных аспектов при организации совместного управления реактивной мощностью и уровнями напряжения при действии в

одной сети генератора, работающего в режиме поддержания модуля напряжения, РПН трансформатора с автоматическим локальным управлением по напряжению;

– на промышленных предприятиях экономически целесообразно в допустимых пределах снижать уровень напряжения для уменьшения электропотребления, не обусловленного реальной производственной потребностью;

– требуется появление на энергетическом рынке предложений по экономически приемлемым ВИЭ и накопителям электроэнергии для оптимизации алгоритмов управления режимами в MicroGrid.

Наровлянский В.Г. – Начальник департамента методов и средств управления АО «Институт «Энергосетьпроект», д.т.н.

Отметил наличие разработанных в АО «Институт «Энергосетьпроект» решений по ускоренному УРОВ, а также реализацию группового управления активной и реактивной мощностью на электростанциях, которые целесообразно использовать при разработке проектов внедрения объектов РГ на промышленных предприятиях.

Обратил внимание на некорректное наименование делительной автоматики, предлагаемой для повышения уровня остаточного напряжений на шинах резервирующего питания сети внешнего электроснабжения промышленных предприятий.

В процессе обсуждения доклада и дискуссии участники согласились со следующими аргументами докладчика:

– для организации оптимального управления в ЛРЭ (MicroGrid) с несколькими автоматическими локальными регуляторами необходима либо координирующая/управляющая интеллектуальная система верхнего уровня, либо мультиагентная система, распределенная по локальным автоматическим регуляторам, на которых должны быть реализованы алгоритмы управления, использующие как локальные, так системные параметры электрического режима;

– измерения на исследуемых двигательных нагрузках показали, что снижение напряжения в пределах 4-5% от $U_{ном}$ не приводит к практически заметному увеличению тока электродвигателей, при этом в результате снижения напряжения снижается мощность электропотребления. В то же время, при снижении напряжения на 1% активное потребление нагрузки снижается фактически более чем на 0,25%;

– в настоящее время в отдельных изолированных энергорайонах себестоимость электроэнергии достигает от 36-352 рублей за кВт*ч (изолированные энергорайоны Крайнего Севера и Дальнего Востока). При этом наблюдается значительное снижение стоимости накопителей электроэнергии, а

также объектов ВИЭ, что увеличивает экономическую эффективность их применения в вышеуказанных энергорайонах.

Заслушав выступления и мнения экспертов по результатам дискуссии **заседание секции «Распределенные источники энергии» отмечает:**

1. Рассматриваемые проблемы и подходы к построению средств автоматизации управления локально районированными энергосистемами (MicroGrid) являются актуальными и заслуживающими соответствующего внимания со стороны научно-технического сообщества.

2. Наблюдается рост числа случаев с полным или частичным нарушением электроснабжения потребителей I категории, включая особую группу, имеющих место при каскадных авариях, начинающихся с отключения источников питания в сетях внешнего электроснабжения или объектов РГ в сетях внутреннего электроснабжения и завершающихся нерасчетной и некорректной работой оборудования систем внутреннего электроснабжения.

3. Международный опыт в области построения систем управления MicroGrid накоплен достаточно большой, однако, его необходимо переработать применительно к особенностям построения отечественных распределительных сетей, а также сетей внутреннего электроснабжения отечественных промышленных предприятий.

4. Представляется целесообразным продолжить работы по созданию средств автоматизации управления локально районированными энергосистемами (MicroGrid) на базе отечественных программно-аппаратных средств в рамках реализации концепции импортозамещения.

5. Необходимо проведение дальнейших научных исследований с целью определения технических требований к участию объектов РГ в первичном, вторичном и третичном регулировании частоты и напряжения, требований к размещению объектов РГ и их участию в алгоритмах противоаварийной автоматики, а также алгоритмам управления ими в различных схемно-режимных ситуациях.

Заседание секции «Распределенные источники энергии» решило:

1. Рекомендовать кураторам проекта «EnergyNet Национальной Технологической Инициативы» оказать содействие в поиске и реализации пилотного проекта (промышленный энергообъект с распределенной генерацией) с целью выработки оптимальных технических решений по урегулированию возникающих проблемных вопросов, удовлетворяющих техническим и экономическим аспектам.

2. Рекомендовать Ассоциации (некоммерческому партнерству) «Сообщество потребителей энергии» рассмотреть возможность разработки Методических рекомендаций по проектированию (реконструкции/ модернизации) сетей внешнего и внутреннего электроснабжения

промышленных объектов при подключении к ним объектов распределенной генерации.

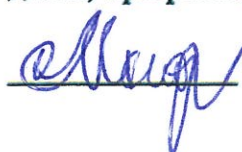
3. Рекомендовать Главным энергетикам промышленных предприятий, имеющих в эксплуатации собственные объекты РГ, осуществлять взаимодействие с научно-техническим сообществом через НП «НТС ЕЭС» для выявления возникающих проблемных технических вопросов с объектами РГ и выработке подходов к их решению.

4. Рекомендовать Главным энергетикам промышленных предприятий, имеющих в эксплуатации собственные объекты РГ, провести обследование сетей внешнего и внутреннего электроснабжения предприятия с целью выявления, на основании расчетов электрических режимов в различных схемно-режимных ситуациях, проблемных вопросов, которые могут привести к авариям с остановом основного технологического процесса.

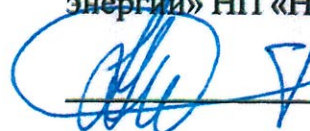
5. Рекомендовать Главным энергетикам промышленных предприятий по результатам проведения обследований сетей внешнего и внутреннего электроснабжения предприятия на основании представленных рекомендаций разработать и реализовать программы организационно-технических мероприятий с целью предотвращения аварий в системах электроснабжения предприятия.

С заключительным словом выступил председатель секции «Распределенные источники энергии», к.т.н. Илюшин П.В.

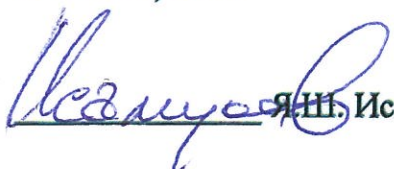
Первый заместитель Председателя
Научно-технической коллегии,
д.т.н., профессор

 В.В. Молодук

Председатель секции
«Распределенные источники
энергии» НП «НТС ЕЭС», к.т.н.

 П.В. Илюшин

Ученый секретарь Научно-технической
коллегии, к.т.н.

 Я.Н. Исамухамедов

Ученый секретарь секции
«Распределенные источники
энергии» НП «НТС ЕЭС»

 Д.А. Ивановский