

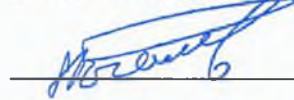


Некоммерческое партнерство
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ
Единой энергетической системы»

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

«28» февраля 2018 г.

ПРОТОКОЛ №1

совместного заседания секции «Распределенные источники энергии», секции
«Стандартизация в электроэнергетике» **Научно-технической коллегии
НП «НТС ЕЭС»** и секретариата технического комитета по стандартизации
ТК 016 «Электроэнергетика»
по теме: «**Экспериментальная оценка участия СЭС и ВЭС
в регулировании частоты**»

15 февраля 2018 года

г. Москва

Присутствовали: члены секций «Распределенные источники энергии» и «Стандартизации в электроэнергетике» НТК НП «НТС ЕЭС», сотрудники НИУ «МЭИ», АО «Институт «Энергосетьпроект», ООО «Shenzhen Hopewind Electric», АО «Техническая инспекция ЕЭС», ООО «ВИЭСХ – ВИЭ», Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ), ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», ПАО «РусГидро», АО «ЭНИН», Ассоциация «НП Совет рынка», АО «ВНИИНМАШ», всего 20 чел.

С вступительным словом выступил председатель секции «Распределенные источники энергии», проректор по научной работе ФГАОУ ДПО «ПЭИПК», к.т.н. Илюшин П.В.

Во вступительном слове отмечен интенсивный рост вводов объектов распределенной генерации (далее – РГ) на базе возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ). При этом в отдельных энергосистемах наблюдается увеличение доли генерирующих установок (далее – ГУ) на базе ВИЭ в общей структуре генерирующих мощностей. В связи с этим особую актуальность представляют вопросы, связанные с наличием возможности регулирования данными ГУ режимных параметров и поддержания параметров качества электроэнергии в прилегающей электрической сети. Особую важность данные вопросы представляют для энергорайонов со слабыми связями и изолированных энергорайонов.

Учитывая то, что в настоящее время ведется разработка национального стандарта по интеграции ветроэнергетических установок в Единую энергетическую систему, особую важность в рассматриваемом вопросе представляет не только анализ международного опыта эксплуатации СЭС и ВЭС в энергорайонах со значительной долей объектов ВИЭ, но и проведение экспериментальных оценок возможности их участия в регулировании режимных параметров сети и поддержания параметров качества электроэнергии. Это должно быть сделано с целью внесения в разрабатываемые и планируемые к разработке национальные стандарты корректных технических требований к ГУ на базе ВИЭ.

С докладом «**Экспериментальная оценка участия СЭС и ВЭС в регулировании частоты**» выступил Начальник Службы внедрения противоаварийной и режимной автоматики АО «СО ЕЭС», д.т.н. Сацук Е.И.

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

1. Проведен анализ способов ограничения отклонений частоты в энергорайонах с объектами ВИЭ. Отмечено, что первичное регулирование частоты может производиться изменением механического момента на валу турбин и изменением выдаваемой через инверторы активной мощности объектами на базе ВИЭ или отключением части генерирующего оборудования. При этом должен обеспечиваться следящий режим за изменением частоты.

2. Рассмотрены технические требования к участию в общем первичном регулировании частоты (далее – ОПРЧ) объектов ВИЭ:

– ВЭС и СЭС должны участвовать в ОПРЧ путем автоматического снижения выдаваемой в электрическую сеть активной мощности электростанции при увеличении частоты;

– статизм первичного регулирования должен находиться в пределах $4\div 6\%$;

– верхняя граница «мертвой полосы» первичного регулирования не должна превышать 50,1 Гц.

3. Отмечено, что при увеличении частоты за верхнюю границу «мертвой полосы» первичного регулирования через 10 секунд должно обеспечиваться снижение активной мощности генерирующего оборудования ВЭС и СЭС на величину требуемой первичной мощности.

4. Отмечено, что величина требуемой первичной мощности определяется исходя из величины отклонения частоты от верхней границы «мертвой полосы» первичного регулирования на момент начала снижения активной мощности генерирующего оборудования ВЭС и СЭС. При этом снижение активной мощности генерирующего оборудования ВЭС и СЭС в процессе первичного регулирования должно происходить не более 5 секунд и носить устойчивый апериодический характер.

5. Отмечено, что на всем временном отрезке, на котором

квазиустановившееся значение частоты превышает верхнюю границу «мертвой полосы» первичного регулирования, должно устанавливаться ограничение максимальной нагрузки генерирующего оборудования ВЭС и СЭС соответствующее разности между исходной мощностью до начала участия в ОПРЧ и значением требуемой первичной мощности.

6. Отмечено, что система регулирования генерирующего оборудования ВЭС и СЭС должна обеспечивать следящий за частотой режим первичного регулирования и при увеличении отклонения частоты за пределами «мертвой полосы» первичного регулирования изменять первичную мощность пропорционально текущему отклонению частоты.

7. Отмечено, что после снижения квазиустановившегося значения частоты ниже верхней границы «мертвой полосы» первичного регулирования ограничение максимальной нагрузки генерирующего оборудования ВЭС и СЭС должно автоматически сниматься.

8. Представлены энергообъекты, к которым предъявляются требования по проверке и подтверждению готовности генерирующего оборудования к участию в ОПРЧ:

- ГУ электростанций, участвующие в торговле электрической энергией и мощностью на оптовом рынке;
- вновь вводимое (реконструированное, модернизированное) генерирующее оборудование;
- ГУ введенных в эксплуатацию электростанций, в отношении которых, по результатам мониторинга участия в ОПРЧ, выявлено неудовлетворительное участие в ОПРЧ.

9. Представлены требования к допустимому диапазону работы ветровых и солнечных электростанций по частоте:

- длительно при изменении частоты электрического тока в диапазоне значений 49,0 – 51 Гц включая верхнюю границу диапазона по частоте;
- кратковременно в диапазоне частот электрического тока (включая верхнюю границу указанных диапазонов по частоте):
 - 51,0 – 55,0 Гц – продолжительностью, установленной заводом-изготовителем;
 - 50,5 – 51,0 Гц – продолжительностью не менее 3 минут;
 - 49,0 – 48,0 Гц – продолжительностью не менее 5 минут;
 - 48,0 – 47,0 Гц – продолжительностью не менее 1 минуты;
 - 47,0 – 46,0 Гц – продолжительностью не менее 1 секунды;
 - 46,0 Гц – не менее 1 секунды.

10. Отмечено, что ряд ГУ зарубежных заводов-изготовителей не соответствует отечественным требованиям по работе в допустимом диапазоне частот.

11. Представлена программа испытания функции ограничения активной мощности СЭС.

12. Отмечено, что программой предусматривалось проведение испытаний на одном инверторе, выделенном на отдельную секцию шин.

13. Отмечено, что подготовка и проведение испытаний осуществлялись с учетом следующих особенностей:

- отсутствие возможности ввода в систему управления инвертором имитирующих сигналов по отклонения частоты;

- минимально доступный шаг изменения уставки по частоте для запуска функции ограничения мощности – 0,1 Гц;

- исходная уставка по частоте задавалась существенно ниже 50 Гц с целью проверки функции ограничения мощности.

14. Отмечено, что было проведено семь опытов с различными уставками по частоте и заданной кривой ограничения мощности инвертора для статизма первичного регулирования 4%.

15. Представлены результаты испытания функции ограничения активной мощности СЭС.

16. Представлены характеристики изменения активной мощности СЭС ряда зарубежных заводов-изготовителей оборудования.

17. На основании проведенных испытаний отмечено, что срабатывание алгоритма функции ограничения активной мощности инвертора, в зависимости от частоты сети, происходит в соответствии с заданными параметрами. При этом указанная функция инвертора может применяться для ограничения мощности солнечных электростанций при увеличении частоты.

18. Отмечено, что необходимо уточнение фактической нечувствительности по частоте для срабатывания функции ограничения активной мощности инвертора и проведение повторных испытаний при нулевом расширении «мертвой полосы» по частоте (уставка 50,00 Гц) с подключением дополнительного оборудования для регистрации изменения частоты и мощности при работе инвертора в следящем за частотой режиме.

В обсуждении доклада и прениях выступили: Илюшин П.В. (председатель секции), Федоров Ю.Г. (АО «СО ЕЭС»), Елистратов В.В. (ФГАОУ ВО «СПбПУ»), Крамской Ю.Г. (ООО «Shenzhen Hopewind Electric»), Щепетков С.К. (АО «Техническая инспекция ЕЭС»), Безруких П.П. (АО «ЭНИН»), Шеповалова О.В. (ООО «ВИЭСХ – ВИЭ»), Березовский В.С. (Ассоциация «НП Совет рынка»), Горожанкин П.А. (АО «Институт «Энергосетьпроект»).

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

Безруких П.П. – Заведующий отделением новых технологий и нетрадиционной энергетики АО «ЭНИН», д.т.н.

Обратил внимание, что при ограничении мощности СЭС оборудованием силовой электроники возникает небаланс между активной мощностью

производимой фотоэлектрическими модулями (далее – ФЭМ) и выдаваемой в электрическую сеть, который идет на нагрев поверхности ФЭМ. Однако, учитывая, что регулирование частоты СЭС происходит во временном интервале от одной до нескольких секунд, данный нагрев не принесет существенного ущерба ФЭМ.

Отметил необходимость участия СЭС и ВЭС в регулировании частоты в связи с ростом вводов объектов ВИЭ, а также вероятном аварийном выделении на изолированную работу энергоизбыточных энергорайонов со значительной долей генерации от данных ГУ.

Обратил внимание, что в зарубежной электроэнергетике на начальном этапе интеграции объектов ВИЭ и их незначительном влиянии на режим работы энергосистемы, требования к регулированию параметров электрической сети данными объектами отсутствовали. Однако, рост доли генерации от объектов ВИЭ и негативные последствия для энергосистемы вследствие аварийных ситуаций вызвали острую необходимость в разработке требований по работе СЭС и ВЭС в составе энергосистемы.

Шеповалова О.В. – Генеральный директор ООО «ВИЭСХ – ВИЭ», к.т.н.

Обратила внимание на необходимость привлечения к проектированию и строительству объектов ВИЭ специализированных организаций, с целью обеспечения технической возможности участия СЭС и ВЭС в регулировании режимных параметров электрической сети.

Отметила важность проведения экспертизы государственными органами проектной документации на строительство объектов ВИЭ и обратила внимание на снижение количества квалифицированных кадров в органах экспертизы.

Илюшин П.В. – председатель секции, проректор по научной работе ФГАОУ ДПО «ПЭИПК», к.т.н.

Отметил, что в настоящее время при регулировании параметров режима электрической сети избыточно отключаются полностью все ГУ СЭС или ВЭС, учитывая реализованные на них проектные решения. Поэтому, важно иметь техническую возможность осуществлять отключение части ГУ на объектах ВИЭ. При этом особое внимание необходимо уделить определению необходимого и достаточного объема отключения ГУ, с целью недопущения образования дефицита активной мощности.

Обратил внимание, что реализация данной технической возможности влечет за собой необходимость установки дополнительных устройств автоматизации, обеспечивающих реализацию управляющих воздействий на отключение группы или отдельных ГУ. При этом, в настоящее время, большинство ФЭМ или ветроэнергетических установок соединены между собой шлейфами, которые подключаются к инверторным станциям и действие на отключение возможно реализовать только сразу на несколько ГУ.

Щепетков С.К. – советник Генерального директора АО «Техническая инспекция ЕЭС».

Обратил внимание на низкое качество реализованных за последние годы проектов строительства объектов на базе ВИЭ. При этом имеет место, как наличие ошибок проектирования, так и низкое качество организации строительства.

Отметил, что для повышения надежности эксплуатации оборудования на объектах ВИЭ, необходимо проводить комплексную разработку всех технических и организационных решений в отношении каждого объекта.

Обратил внимание, что дальнейший рост генерирующих мощностей на объектах ВИЭ начнет оказывать существенное влияние на устойчивость функционирования прилегающих энергорайонов и надежное электроснабжение потребителей электроэнергии.

Федоров Ю.Г. – Начальник отдела стандартизации АО «СО ЕЭС».

Отметил, что международный опыт формирования нормативно-технической базы для обеспечения интеграции объектов ВИЭ в энергосистему свидетельствует о возрастании внимания к задачам стандартизации требований к работе ВИЭ в составе энергосистемы, а также о приоритетном развитии системных требований к оборудованию объектов ВИЭ. Широко используется иерархический подход, сочетающий применение нормативных актов и стандартов – среди таких документов Постановление Европейской Комиссии 2016/631 по присоединению объектов генерации, национальные системные кодексы (Германии, Дании и др.) со специальными требованиями к объектам ВИЭ, международные стандарты серии МЭК (например, IEC 62786 «Присоединение распределенных источников энергии к сети»).

Обратил внимание, что общеевропейский кодекс о технологическом присоединении объектов распределенной генерации к энергосистеме обязателен к применению, в нем содержатся как технические требования к объектам РГ, в том числе по рабочему диапазону частоты, так и системе подтверждения соответствия требованиям. Национальные кодексы, предъявляющие требования к объектам РГ, не могут быть мягче, чем общеевропейские. Общеевропейские стандарты предписывают определенный диапазон, которому должны соответствовать объекты РГ, а национальные стандарты предписывают конкретные требования к ним.

Отметил пример Германии по преодолению «проблемы 50,2 Гц», в том числе по разработке стандарта (VDE-AR-N 4105), обязывающего вести плавное снижение выдаваемой мощности солнечными установками при увеличении частоты. До этого момента в Европейском союзе при повышении частоты допускалось отключение установок без выдержки времени. В ходе переходного периода все станции должны были пройти испытания на соответствие новым требованиям и, при необходимости, провести их модернизацию.

Обратил в целом внимание на необходимость регламентации требований к ВИЭ в сочетании нормативно-технических документов (системные/сетевые кодексы) и документов по стандартизации.

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

1. Необходимость разработки нормативно-технической документации, содержащей требования к присоединению объектов РГ, в том числе на базе ВИЭ, к электрической сети.

2. Проектирование и строительство объектов РГ, в том числе на базе ВИЭ, необходимо вести с учетом особенностей выдачи мощности станциями разного типа.

3. Необходимость разработки нормативной документации, регулирующей аккумулялирование электроэнергии.

4. Необходимость разработки подходов по оптимизации распределительных сетей для обеспечения их надежного функционирования при интеграции большого количества объектов РГ.

Заседание секции «Распределенные источники энергии» решило:

1. Положительно оценить опыт АО «СО ЕЭС» в проведении экспериментальной оценки участия СЭС и ВЭС в регулировании частоты и рекомендовать продолжить исследования в данной области.

2. Рекомендовать разработку технических требований по обеспечению участия СЭС и ВЭС в регулировании параметров режима электрической сети.


3. Поддержать развитие нормативно-технического обеспечения и стандартизации в задачах интеграции объектов РГ на базе ВИЭ в энергосистему, в том числе разработку технических требований к присоединению и участию в работе энергосистем СЭС и ВЭС.

4. Рекомендовать к изучению передовой зарубежной опыт нормативного регулирования и стандартизации на международном (Евросоюз, МЭК) и национальном (Германия, Дания) уровнях.

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

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

 В.В. Молодюк

 Я.Ш. Исамухамедов

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



П.В. Илюшин

Председатель секции «Стандартизация
в электроэнергетике» НП «НТС ЕЭС»



Ю.Г. Федоров

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



Д.А. Ивановский

Ученый секретарь секции
«Стандартизация в электроэнергетике»
НП «НТС ЕЭС»



П.К. Березовский