

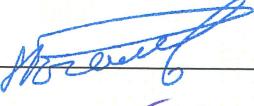


**Некоммерческое партнерство
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ
Единой энергетической системы»**

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/>
ИИН 7717150757

УТВЕРЖДАЮ

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


Н.Д. Рогалев
«04» октября 2019 г.

ПРОТОКОЛ № 8

совместного заседания секций «Активные системы распределения
электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» и «Возобновляемая
и нетрадиционная энергетика» НП «НТС ЕЭС» для рассмотрения доклада по
теме: **«Планирование резервов мощности в ЕЭС России при увеличении
доли ВИЭ в структуре генерирующих мощностей»**

31 октября 2019 года

г. Москва

Присутствовали: члены секций «Активные системы распределения
электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» и «Возобновляемая
и нетрадиционная энергетика» НП «НТС ЕЭС», Комитета ВИЭ РосСНИО, ФГБУ
«Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, сотрудники НП
«НТС ЕЭС», ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», НИК С6 РНК СИГРЭ, ФГАОУ ДПО
«ПЭИПК», ООО «НИЦ ВИНДЭК», всего 27 чел. (дополнительно 17
подключений по видеоконференцсвязи).

Со вступительным словом выступил председатель секции «Активные
системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические
ресурсы», проректор по научной работе ФГАОУ ДПО «ПЭИПК», к.т.н. Илюшин
П.В.

Во вступительном слове отмечено, что в настоящее время в мировой
электроэнергетике и в отдельных регионах России наблюдается существенное
изменение структуры генерирующих мощностей, связанное с увеличением
количества и мощности генерирующего оборудования на основе ВИЭ. В России
данная трансформация в первую очередь обусловлена наличием действующего
механизма государственной поддержки развития возобновляемой энергетики,
реализуемого на оптовом рынке электрической энергии и мощности,
посредством заключения договоров поставки мощности.

Кроме того, отмечено, что в текущем периоде времени находится в стадии рассмотрения и принятия целый ряд нормативно-правовых актов, позволяющих стимулировать развитие объектов микрогенерации, в том числе на основе ВИЭ. Данное обстоятельство с высокой долей вероятности придаст дополнительный импульс строительству и вводу в эксплуатацию генерирующих установок на основе ВИЭ собственникам таких объектов, которые, в свою очередь, будут интегрироваться в ЕЭС России.

В сложившейся ситуации необходимо иметь четкое представление о перспективной структуре генерирующих мощностей в ЕЭС России в целом и в каждом регионе в отдельности, так как это обстоятельство будет оказывать существенное влияние на процессы ведения режима в энергосистемах, планирование и размещение резервов активной мощности в ЕЭС России.

С докладом «**Планирование резервов мощности в ЕЭС России при увеличении доли ВИЭ в структуре генерирующих мощностей**» выступил член НИК С6 РНК СИГРЭ, ведущий инженер кафедры Автоматизированных электрических систем Уральского энергетического института Уральского федерального университета Ерошенко С.А.

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

1. Представлен обзор целевых показателей перспективного развития генерирующих объектов, функционирующих на основе ВИЭ, в составе ЕЭС России, закрепленных в Постановлениях Правительства Российской Федерации.

2. Представлена краткая информация о механизмах государственной поддержки генерирующих объектов на основе ВИЭ в рамках заключения договоров поставки мощности (далее – ДПМ), реализуемых на оптовом рынке электрической энергии и мощности России.

3. Представлены технические требования при технологическом присоединении объектов ВИЭ к электрическим сетям. Акцент в требованиях сделан на реализации функции участия объектов ВИЭ в общем первичном регулировании частоты (далее – ОПРЧ). Представлен пример реализации алгоритма участия объектов ВИЭ в ОПРЧ.

4. В части учета влияния объектов ВИЭ, на примере СЭС, на резервы активной мощности, представлены гистограммы отклонений прогнозной мощности СЭС от фактического значения, построенные по результатам длительных наблюдений, для трех генерирующих объектов, расположенных в южной части Урала. В результате было получено, что:

– распределение отклонений прогнозной мощности СЭС от фактических значений отличается от нормального и определяется индивидуально в зависимости от географического размещения генерирующего объекта;

– размах отклонений может превышать установленную мощность генерирующего объекта.

5. Отмечено, что в условиях отсутствия инструментов прогнозирования выработки генерирующих объектов на основе ВИЭ в настоящее время в ЕЭС России обеспечивается полноценное резервирование мощности ВИЭ за счет размещения дополнительных резервов на тепловых электрических станциях, а также за счет резервирования пропускной способности линий электропередачи.

6. Рассмотрены варианты учета генерирующих объектов, функционирующих на основе ВИЭ, при определении резервов активной мощности в электроэнергетической системе:

– при наличии глубокой ретроспективы по отклонениям фактической мощности СЭС от прогнозной, возможна реализация подходов по частичному резервированию располагаемых мощностей объектов ВИЭ на тепловых электростанциях, учитывающих сезонные и суточные режимы работы нестационарной генерации;

– рассмотрена альтернативная риск-ориентированная модель, основанная на результатах прогнозирования выработки СЭС «на сутки вперед», позволяющая оценить риски нарушения баланса мощности в электроэнергетической системе при увеличении суммарной установленной мощности генерирующих объектов, функционирующих на основе ВИЭ.

7. Рассмотрена область применения математических моделей прогнозирования выработки электрической энергии объектами ВИЭ.

8. Отмечено, что принятые в электроэнергетике России горизонты прогнозирования: краткосрочный, среднесрочный, долгосрочный, не могут быть соотнесены с аналогичными горизонтами прогнозирования для генерирующих объектов на основе ВИЭ.

9. Рассмотрена последняя версия Методических указаний по устойчивости энергосистем, где в качестве нормативного возмущения рассматривается групповое снижение мощности солнечных и ветровых электрических станций, расположенных в одном энергоузле.

10. Представлены примеры, когда групповое снижение мощности ВЭС и СЭС является активным критерием при определении максимального аварийного небаланса активной мощности энергорайона, что в свою очередь оказывает влияние на расчет максимально допустимых перетоков. Отмечена необходимость обеспечения постоянного мониторинга пропускной способности сечений, а также создания и внедрения инструментов прогнозирования режимов работы генерации, функционирующей на основе ВИЭ.

11. Рассмотрена методика оценки коэффициента сброса мощности, выдаваемой генерирующим объектом, функционирующим на основе ВИЭ.

12. Рассмотрены основные подходы к проектированию схем выдачи мощности генерирующих объектов, функционирующих на основе ВИЭ. Отмечены различия в учете таких объектов для дефицитных и избыточных энергорайонов и энергоузлов.

13. Представлен обзор доклада европейской сети системных операторов передачи электрической энергии ENTSO-E о результатах прохождения солнечного затмения, зафиксированного на территории Европейской части континента в 2015 году.

14. Отмечено, что солнечное затмение для большинства зарубежных электроэнергетических систем, является новым видом системной аварии. Подготовка плана противоаварийных мероприятий заняла 1 год.

В обсуждении доклада и прениях выступили: Безруких П.П. (Комитет ВИЭ РосСНИО), Тягунов М.Г., Гусев Ю.П. (ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ»), Рабинович М.А., Гайснер А.Д. (АО «НТЦ ФСК ЕЭС»), Папков Б.В. (ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет»), Перминов Э.М. (председатель секции ВиНЭ), Беляев Н.А. (ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России), Крамской Ю.Г. (Shenzhen Hopewind Electric), Илюшин П.В. (председатель секции АСРЭиРЭР).

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

Безруких П.П. – Председатель Комитета ВИЭ РосСНИО, д.т.н.

Обратил внимание на зарубежный опыт оценки резервов мощности электроэнергетической системы при присоединении генерирующих объектов на основе ВИЭ с суммарной установленной мощностью 10 ГВт.

Отметил, что требуемое увеличение резервов активной мощности при размещении на тепловых электростанциях существенно меньше установленной мощности нестационарной генерации.

Обратил внимание на необходимость изменения в России подходов к формированию резервов, балансов мощности и способов сохранения устойчивости энергосистем при подключении больших объемов генерирующих объектов на основе ВИЭ.

Отметил, что при расчете резервов мощности необходимо учитывать требования существующих нормативных документов, в частности стандарта СТО «Резервы активной мощности Единой энергетической системы России. Определение объемов резервов активной мощности при краткосрочном планировании», в котором предусмотрена необходимость резервирования выхода из строя самого мощного энергоблока.

Тягунов М.Г. – Профессор кафедры гидроэнергетики и ВИЭ ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», д.т.н. профессор.

Обратил внимание на необходимость учета электросетевых ограничений, а также режимов работы генерирующего оборудования при введении рискоориентированного подхода к оценке вероятности нарушения баланса мощности в электроэнергетической системе при функционировании генерирующих объектов на основе ВИЭ.

Обратил внимание, что в настоящее время в отечественной энергосистеме реализуется проект ввода СЭС с накопителем электроэнергии на территории Бурзянского района Башкирии, по результатам которого можно будет проанализировать реальное влияние такого объединения, как на режимы работы генерирующего объекта, так и на режим прилегающей электроэнергетической системы. Установленная мощность СЭС составляет 10 МВт, мощность накопителя – 4 МВт, энергоемкость накопителя – 8 МВт*ч.

Обратил внимание, что фактическая установленная мощность СЭС существенно выше официальных цифр. Это, в частности, вызвано тем, что часть собственников не прошли процедуру оформления документов по допуску генерирующего объекта в эксплуатацию в полном объеме.

Обратили внимание на наличие объектов ВИЭ не учтенных при формировании структуры топливно-энергетического баланса региональных энергосистем, которые находятся у бытовых и коммерческих потребителей.

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

Обратил внимание на особенности функционирования релейной защиты и ее чувствительности при подключении объектов ВИЭ к электрическим сетям среднего напряжения.

Обратил внимание на особенности и сложности согласования направленных защит, особенно при повреждениях с малыми токами, находящимися в пределах погрешности измерительных трансформаторов тока.

Отметил существующие сложности при обеспечении селективного действия защит при отключении поврежденного элемента в случаях, когда ток короткого замыкания от источника сопоставим с номинальным током.

Обратил внимание на концептуальные изменения свойств электроэнергетической системы в связи с вводом источников распределенной генерации, в том числе на основе ВИЭ, а, следовательно, на необходимость адаптации к этим изменениям и разработки новых технических требований, в частности к устройствам релейной защиты и автоматики.

Рабинович М.А. – Главный научный сотрудник АО «НТЦ ФСК ЕЭС», д.т.н., ст.н.с.

Отметил, что наибольшую актуальность и интерес в задаче формирования объема и мест размещения резервов мощности на тепловых электростанциях имеют сценарии развития многократных аварийных событий, связанных с отключением генерирующего оборудования небольшой мощности, что суммарно может превысить располагаемые резервы.

Отметил целесообразность рассмотрения аварийных событий близких по времени и накладывающихся друг на друга, что может быть особенно актуальным для генерирующих объектов, функционирующих на основе ВИЭ в случае группового снижения выдачи мощности при изменении внешних погодных условий.

Отметил эффективность существующей в ЕЭС России иерархической структуры планирования резервов активной мощности, за счет чего обеспечивается взаимное восполнение резервов различных уровней.

Обратил внимание на существующие технические требования к обеспечению параметров режима электроэнергетической системы при возникновении нормативных и сверхнормативных возмущений.

Гайснер А.Д. – Ведущий инженер АО «Каскад-НТ», к.т.н.

Отметил, что применение систем накопления электрической энергии совместно с генерирующими объектами на основе ВИЭ всегда подлежит технико-экономическому обоснованию.

Отметил, что мощность накопителя электрической энергии всегда меньше установленной мощности электрической станции. При этом, в случае применения накопительных систем совместно с СЭС, влияние сбросов, набросов мощности и мгновенных переходов можно было бы значительно снизить. В данный момент развитие систем накопления для использования на крупных СЭС в России ограничено условиями предоставления государственной поддержки в рамках действующей системы ДПМ.

Обратил внимание на необходимость создания долгосрочных моделей стратегического развития электроэнергетических систем с высокой долей ВИЭ в структуре генерирующих мощностей.

Папков Б.В. – Профессор кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», д.т.н., профессор.

Отметил, что анализ рисков нарушения балансов мощности в энергосистеме при подключении объектов ВИЭ необходимо учитывать не

только с математической точки зрения, как вероятность, но и обеспечить количественное соотношение указанной вероятности с фактической мощностью резервов.

Отметил, необходимость анализа состава и достаточности объема статистических данных для достоверного прогнозирования и анализа режимов работы СЭС и других объектов ВИЭ.

Обратил внимание, что при наличии в системе генерирующих объектов малой мощности с небольшой инерцией пропадает целесообразность обеспечения дальнего и ближнего резервирования, поскольку нарушение устойчивости и отключение генерирующих установок технологическими защитами происходит существенно быстрее.

Отметил, что одним из общемировых трендов развития нестационарной генерации является ее совместное применение с электрохимическими накопителями электрической энергии, с целью сглаживания резкопеременных режимов выдачи мощности.

Крамской Ю.Г. – Официальный представитель компании «Shenzhen Hopewind Electric».

Обратил внимание, что в большинстве зарубежных регламентов предъявляются альтернативные требования по установленной мощности основного оборудования СЭС. Например, мощность инверторных групп, как правило, выбирается из расчета 70-80 % от суммарной мощности фотоэлектрических модулей. Данный подход позволяет сгладить нестационарность выдаваемой мощности СЭС и снизить амплитуду колебаний мощности при резком изменении погодных условий при незначительном снижении выработки электрической энергии на СЭС в годовом разрезе.

Отметил, что существующая в России практика по обеспечению 100 % мощности инверторных групп приводит к увеличению степени неопределенности при управлении режимами электроэнергетических систем.

Обратил внимание на технические требования по участию СЭС в ОПРЧ, а также на необходимость валидации результатов испытаний готовности СЭС к участию в ОПРЧ в реальных условиях снижения частоты в энергосистеме.

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

Обратил внимание на текущие сложности интеграции объектов ВИЭ в ЕЭС в части отсутствия нормативно-технических требований к выбору мест размещения таких генерирующих объектов.

Обратил внимание на возникающие эксплуатационные проблемы в части

обслуживания и управления производственными активами электросетевых компаний, а также трудности управления режимами региональных энергосистем, возникающие вследствие отсутствия требований к схемам выдачи мощности объектов ВИЭ, с учетом их специфических особенностей.

Отметил необходимость комплексного системного подхода к решению задач планирования, проектирования и размещения генерирующих объектов на основе ВИЭ, а также актуальность формирования методологии их эффективного внедрения и на ее базе новых методических указаний и рекомендаций.

Обратил внимание, что создание комплексного подхода обеспечит масштабную поддержку развития возобновляемой энергетики со стороны профессионального и научного сообщества за счет повышения технологической эффективности функционирования объектов ВИЭ в составе ЕЭС России.

Заслушав выступления и мнения экспертов по результатам дискуссии совместное заседание секций «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» и «Возобновляемая и нетрадиционная энергетика» отмечает:

1. Существующие темпы развития генерирующих объектов, функционирующих на основе ВИЭ, требуют скорейшего урегулирования процессов долгосрочного, среднесрочного и краткосрочного планирования режимов работы электроэнергетических систем.

2. В настоящее время отсутствуют единые технические требования к проектированию схем выдачи мощности и технологическому присоединению к электрическим сетям генерирующих объектов, функционирующих на основе ВИЭ.

3. В настоящее время существует производственная необходимость в создании инструментов прогнозирования выработки электрической энергии на генерирующих объектах, функционирующих на основе ВИЭ, с целью обеспечения оптимального размещения резервов активной мощности на тепловых электростанциях.

4. Требуется разработка методики группировки генерирующих объектов, функционирующих на основе ВИЭ, с целью корректного применения требований методических указаний по устойчивости энергосистем в части нормативных возмущений, связанных с аварийным небалансом активной мощности, вызванных групповым снижением мощности генерирующими объектами, функционирующими на основе ВИЭ.

5. Необходимость рассмотрения целесообразности корректировки технических требований, предъявляемых к генерирующим объектам, функционирующими на основе ВИЭ, в рамках ДПМ, с целью снижения

нерегулярных колебаний мощности при резком изменении погодных условий.

Совместное заседание секций «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» и «Возобновляемая и нетрадиционная энергетика» решило:

1. Отметить положительный опыт коллектива авторов в области анализа проблем обеспечения балансов мощности в электроэнергетических системах с генерирующими объектами, функционирующими на основе ВИЭ, а также разработки систем прогнозирования выработки СЭС и подходов к оценке объемов резервов активной мощности для компенсации отклонений фактической мощности СЭС от заявленной.

2. Новизну представленных в докладе решений в области прогнозирования выработки СЭС, оценки объемов резервов активной мощности электроэнергетических систем с ВИЭ, а также актуальность представленных проблем, связанных с интенсивным внедрением генерирующих объектов на основе ВИЭ.

3. Рекомендовать авторам продолжить научно-исследовательскую и аналитическую деятельность в данной области с целью совершенствования представленных методов и подходов к обеспечению балансов мощности в электроэнергетических системах (энергоузлах, энергорайонах) с большой долей генерации на основе ВИЭ.

4. Рекомендовать авторам разработать и представить на рассмотрение НП «НТС ЕЭС» проект методики определения резервов активной мощности на тепловых электростанциях в электроэнергетических системах (энергоузлах, энергорайонах) с большой долей объектов ВИЭ.

5. Рекомендовать Ассоциации НП «Совет рынка» рассмотреть вопрос о возможности финансирования разработки программно-аппаратного комплекса российского производства для краткосрочного и оперативного прогнозирования выработки электроэнергии генерирующими объектами на основе ВИЭ, что позволит снизить общие затраты рынка на оплату резервов мощности.

6. Рекомендовать Минэнерго России рассмотреть возможность уточнения методических указаний по устойчивости энергосистем в части методов и подходов к группировке генерирующих объектов, функционирующих на основе ВИЭ, с целью корректного применения требований методических указаний по устойчивости энергосистем в части нормативных возмущений, связанных с аварийным небалансом активной мощности.

7. Рекомендовать НИК С6 «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергоресурсы» и НИК С5 «Рынки электроэнергии и регулирование» РНК СИГРЭ инициировать работу по

разработке технических требований к генерирующими объектам, функционирующим на основе ВИЭ, при проектировании, в том числе технических требований, предъявляемых к таким объектам в рамках ДПМ.

С заключительным словом выступил председатель секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», проректор по научной работе ФГАОУ ДПО «ПЭИПК», к.т.н. Илюшин П.В. в котором отметил высокие темпы развития возобновляемой энергетики в мире, необходимость реализации комплексного подхода при планировании развития возобновляемой энергетики в отраслевом масштабе.

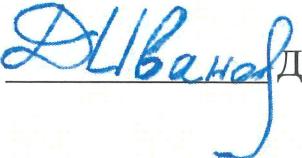
Первый заместитель Председателя
Научно-технической коллегии,
д.т.н., профессор

 В.В. Молодюк

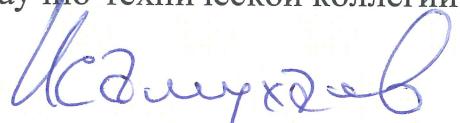
Председатель секции «Активные
системы распределения ЭЭ и РЭР»
НП «НТС ЕЭС», к.т.н.

 П.В. Илюшин

Ученый секретарь секции
«Активные системы распределения
ЭЭ и РЭР» НП «НТС ЕЭС»

 Д.А. Ивановский

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



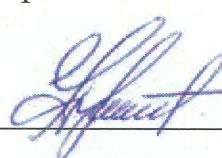
Я.Ш. Исамухамедов

Председатель секции «Возобновляемая
и нетрадиционная энергетика»
НП «НТС ЕЭС», к.т.н., ст.н.с.



Э.М. Перминов

Ученый секретарь секции
«Возобновляемая и нетрадиционная
энергетика» НП «НТС ЕЭС», к.ф.-м.н.



Н.А. Рустамов