



**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](mailto:dtv@nts-ees.ru), <http://www.nts-ees.ru/>  
ИНН 7717150757

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель Научно-технической  
коллегии НП «НТС ЕЭС»,  
член-корреспондент РАН,  
д.т.н., профессор

**А.Ф. Дьяков**

«03» апреля 2014 г.

## **ПРОТОКОЛ**

заседания секции «Техническое регулирование в электроэнергетике»  
Научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС»

по теме:

**«Анализ современного состояния энергосистемы Московского региона  
на предмет соответствия требованиям по надежности  
проекта Технологических правил работы электроэнергетических систем  
и оценка условий реализации их требований для повышения  
надежности энергосистемы».**

27 марта 2014 года

г. Москва

**Присутствовало: 23 чел (список участников приведен в Приложении 1).**

**С вступительным словом** выступил председатель секции «Техническое регулирование в электроэнергетике», член президиума НП «НТС ЕЭС», начальник департамента технического регулирования ОАО «СО ЕЭС» **Кучеров Ю.Н.**, д.т.н.

С докладом **«Постанова задачи на выполнение работы по анализу энергосистемы Московского региона и оценке ее соответствия требованиям по надежности проекта Правил технологического функционирования электроэнергетических систем»** выступил главный специалист департамента технического регулирования ОАО «СО ЕЭС» **Федоров Ю.Г.**

Основные положения доклада приведены ниже. Презентация доклада прилагается (**Приложение 2**).

1. Правила технологического функционирования электроэнергетических систем (далее – ПТФ ЭЭС) разработаны ОАО «СО ЕЭС» и представлены в Минэнерго России в форме проекта Постановления РФ в 2013 г. согласно Плану Правительства РФ (распоряжение Правительства РФ от 05.05.2012 № 744-р). ПТФ ЭЭС составляют фундамент нормативно-технического и

нормативно-правового регулирования и обеспечения технического единства отрасли, компенсируя недостатки действующей системы технического регулирования и правил работы рынков.

Основные положения и проект ПТФ ЭЭС рассмотрены и одобрены на заседаниях Научного совета РАН и НТК НП «НТС ЭЭС» в 2010-2011 гг. (протоколы от 28.07.2010 №4/10 и от 16.05.2011 №5/11), прошли публичное обсуждение и согласование в 2012-2013 гг., общественное рассмотрение в 2013 г.

2. В структуре ПТФ ЭЭС требования к системе электроснабжения крупных городов – мегаполисов представлены отдельно, что обусловлено специфичными особенностями к организации схемы их внешнего и внутреннего электроснабжения, объектам генерации электроэнергии и объектам инфраструктуры жизнеобеспечения мегаполиса.

В России насчитывается 15 городов-мегаполисов с населением более 1 млн человек, в т.ч. г. Москва и г. Санкт-Петербург федерального значения.

3. Самостоятельное нормирование условий электроснабжения мегаполисов прослеживается на примере нормативных актов отраслевого значения в СССР и РФ, а также обуславливается опытом эксплуатации ЭЭС России, что отражено в следующих документах:

- приказ Министра энергетики и электрификации СССР от 09.02.1982 № 94 «О мерах по повышению надежности и устойчивости Московского кольца 500 кВ»;

- РД 34.20.185-94 Инструкция по проектированию городских электрических сетей (утв. РАО «ЭЭС России» 31.05.1994 г. и Минтопэнерго России 07.07.1994);

- СО 153-34.20.118-2003 Методические рекомендации по проектированию развития энергосистем (утв. приказом Минэнерго России от 30.06.2003 № 281);

- Отчет по расследованию аварии в ЭЭС России, произошедшей 25 мая 2005 г. (утв. Председателем Комиссии по расследованию аварии, зам. руководителя Корпоративного центра ОАО РАО «ЭЭС России» В.К. Паули 18.06.2005);

- Концепция технического перевооружения энергетического хозяйства г. Москвы и Московской области (под научным руководством академика А.Е. Шейндлина, г. Москва, РАН, 2005 г.);

- Энергетическая стратегия города Москвы на период до 2025 года (Постановление Правительства Москвы от 02.12.2008 № 1075-пп);

- Штабы по обеспечению безопасности электроснабжения (Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 86);

- Проект Федерального закона «Технический регламент «О безопасности электрических станций и сетей» (принят Государственной Думой ФС РФ в I чтении 26.06.2009);

– Проект Федерального закона «Технический регламент «О безопасности при нарушении электроснабжения» (внесен в Правительство РФ в 2005 г.).

4. Постановка задачи на работу включала следующие вопросы:

– Определение условий применения нормативных требований по обеспечению надежности энергосистемы мегаполисов (в т.ч. общие требования, требования к внешнему и внутреннему электроснабжению, требования к объектам генерации и объектам жизнеобеспечения в мегаполисе, требования к органам исполнительной власти и к системному оператору);

– Оценка существующего состояния Московской энергосистемы и укрупненная оценка рисков в отношении новых нормативных требований, в том числе:

- анализ электроэнергетического комплекса – генерирующие мощности и электросетевой комплекс (структура, размещение, мощность);
- анализ риска потери крупного источника электро- и теплоснабжения (ТЭЦ) или крупной подстанции (оценка вероятности, моделирование ситуации, анализ тяжести и области распространения аварии);
- оценка условий обеспечения надежности электроснабжения потребителей, в т.ч. особых потребителей в составе инфраструктуры жизнеобеспечения мегаполиса;
- оценка имеющихся средств по обеспечению надежности и укрупненная оценка затрат на повышение надежности энергосистемы мегаполиса в соответствии с требованиями проекта ПТФ ЭЭС;

– Формулировка предложений в отношении новых нормативных требований ПТФ ЭЭС для энергосистемы мегаполиса (в т.ч. целесообразность, предложения по уточнению и дополнению с учетом оценки риска и проведенного анализа);

– Исходными данными для анализа являлись требования проекта ПТФ ЭЭС (2012-2013 гг.), Энергетическая стратегия г. Москвы до 2025 г., Схема и Программа развития ЕЭС России (2012-2018 гг.), Схема развития электрических сетей Московской энергосистемы напряжением 110 кВ и выше.

С докладом «**Анализ соответствия современного состояния Московской энергосистемы требованиям по надежности проекта Технологических правил работы электроэнергетических систем и оценка возможностей приведения Московской энергосистемы к данным требованиям**» выступили главные соисполнители по работе от ОАО «Институт «Энергосетьпроект»:

– основные выводы по работе представила директор Дирекции по развитию энергосистем **Утц Н.Н.**;

– методологию анализа представила зав. НИЛ устойчивости управления режимами энергосистем **Тузлукова Е.В.**, к.т.н.

Основные положения докладов приведены ниже. Презентации докладов прикладываются (**Приложения 3 и 4**).

1. Анализ соответствия современного состояния Московской энергосистемы требованиям проекта ПТФ ЭЭС и оценка возможностей приведения Московской энергосистемы к данным требованиям проведен в отношении следующей группы требований:

- Общие требования;
- Требования к внешнему электроснабжению;
- Требования к внутреннему электроснабжению;
- Требования к объектам генерации в мегаполисе;
- Требования к электроснабжению объектов жизнеобеспечения;
- Требования к органам исполнительной власти мегаполиса;
- Требования к системному оператору.

2. В отношении общих требований отмечена сбалансированность энергосистемы мегаполиса по электрической энергии и мощности в старых границах г. Москвы. Применительно к г. Москве в новых границах и Московской энергосистемы в целом требование сбалансированности не выполняется, однако, необходимо учитывать возможность покрытия спроса на электроэнергию и мощность в Московской энергосистеме через внешние сети 500-750 кВ с ОЭС Центра.

Соблюдение требования по количеству опорных подстанций для энергосистемы мегаполиса зависит от варианта определения его границ. В России насчитывается примерно 22 городские агломерации, которые могут быть отнесены к мегаполисам, в т.ч. 15 с городами-миллионниками в центре. При этом города Москва, Санкт-Петербург и Нижний Новгород характеризуются существенно различающимися показателями плотности нагрузки и соотношением административных и «электрических» границ.

В работе предложены три варианта границ мегаполиса:

- расположение внутри административных границ города;
- расположение внутри опорного кольца линий электропередачи (ЛЭП);
- расположение внутри района с определенной плотностью нагрузки.

3. Требования к внешнему электроснабжению, в т.ч. по пропускной способности внешних связей, количеству опорных подстанций, их автотрансформаторной мощности и наличию электрических связей между ними, выполняются как для Московской энергосистемы, так и г. Москвы (в старых и новых границах). Требование по применению противоаварийного управления только на базе локальных комплексов противоаварийной автоматике выполняется.

4. Требования к внутреннему электроснабжению, за исключением организации двустороннего питания подстанций глубокого ввода 220 кВ и выше, не выполняются на ряде объектов.

В ходе анализа Московской энергосистемы на соответствие новому классу расчетных возмущений (отключение электростанции, отключение подстанции), в первую очередь, в работе были проанализированы схемы распределительных устройств (РУ) подстанций и электростанций, дана оценка

вероятности погашения типовых схем РУ и проанализирована статистика погашения подстанций и электростанций.

Смоделированы 274 послеаварийных режима, возникающих в результате указанных возмущений на подстанциях 220 кВ и выше в Московской энергосистеме, в т.ч. 147 режимов для г. Москвы. Выявлены случаи перегрузки оборудования и необходимости применения противоаварийного управления, для ряда случаев найдено соответствующее управляющее воздействие.

Определены границы района погашения нагрузки в результате каскадного развития аварии при погашении РУ всех классов напряжения на подстанции Очаково, а также оценены ущерб от недоотпуска электроэнергии и затраты на противоаварийные мероприятия.

Получен вывод о несоответствии Московской энергосистемы указанным возмущениям в 45% случаев полного погашения РУ и в 23% случаев погашения РУ одного класса напряжения на подстанциях/электростанциях и в 63% случаев потери генерации на электростанциях. Представляется целесообразным ограничиться действующими нормативными возмущениями и обеспечить надежность схем РУ подстанций 220 кВ и выше, исключающую возможность погашения РУ в результате нормативных возмущений.

Ограничение по трансформаторной мощности, а также по количеству трансформаторов на новых и реконструируемых нагрузочных подстанций не выполняется на ряде объектов, в т.ч. на территории г. Москвы. Однако в дальнейшем необходимо осуществлять проектирование схем развития электрических сетей мегаполисов и конкретных электросетевых объектов с учетом этих ограничений.

В отношении строительства закрытых подстанций 110 кВ и выше, использования кабельных ЛЭП в зоне плотной застройки и прокладки кабельных линий 220 кВ и выше в туннелях – необходимо предусмотреть в Положении о технической политике в электросетевом комплексе требования к исполнению электросетевых объектов в мегаполисе, аналогичные требованиям ПТФ ЭЭС. При этом увеличение доли кабельных ЛЭП существенно влияет на баланс реактивной мощности в энергосистеме – потребность в средствах компенсации реактивной мощности оценивается в объеме 780 МВА на период до 2015 г.

5. Требования к объектам генерации в мегаполисе выполняются в части обеспечения приоритета комбинированной выработки электроэнергии и тепла, а также в части разнотипового резервного и основного топлива для электростанций мощностью свыше 400 МВт. Однако требование по наличию резервного топлива для электростанций мощностью свыше 100 МВт не выполняется на ряде объектов.

Требование по организации схемы выдачи мощности электростанций мощностью свыше 400 МВт на двух классах напряжения, а также ограничения по суммарной установленной мощности электростанций (1000 МВт) и установленной мощности энергоблоков (250 МВт) не выполняются на ряде объектов.

6. Требования к электроснабжению объектов жизнеобеспечения, в т.ч. по обеспечению первой категории надежности и наличию резервной системы питания, не выполняются на ряде объектов.

В связи с этим необходимо принять нормативный акт «О безопасности (населения и объектов хозяйственной деятельности) при нарушениях электроснабжения», внести изменения в Правила технологического присоединения энергопринимающих устройств и актуализировать ряд нормативно-технических документов.

Кроме того, необходимо конкретизировать технические и организационные требования, в т.ч. ввести норму, по которой потребитель, у которого внезапное нарушение электроснабжения может привести к нарушению безопасности, должен располагать собственной системой безопасности, имеющей гарантированное питание, не требующее внешнего источника, и находящейся в состоянии постоянной готовности.

7. Требования к органам исполнительной власти мегаполиса (наличие единого информационного центра на случай чрезвычайных ситуаций (ЧС) и нарушений энергоснабжения, проведение совместных учений по ликвидации аварийных ситуаций, ежегодная проверка работоспособности системы жизнеобеспечения) и требования к системному оператору (наличие резервных диспетчерских центров и полная функциональность резервных диспетчерских центров на территории городов Москвы и Санкт-Петербурга) выполняются.

#### **С заключением по рассматриваемой работе выступили эксперты:**

- директор департамента стратегического планирования и инвестиций ОАО «МОЭСК» **Митяев А.А.**;
- начальник службы перспективного развития и технологических присоединений Филиала ОАО «СО ЕЭС» – Московское РДУ **Сиденко Г.С.**;
- заслуженный энергетик Российской Федерации **Бернер М.С.**

#### **В обсуждении докладов и прениях выступили:**

И.о. директора по производству ООО «Газпром энергохолдинг» Федоров М.В., главный инженер ОАО «Мосэнерго» Осыка А.С., Митяев А.А., Бернер М.С., Утц Н.Н., Тузлукова Е.В., Кучеров Ю.Н.

#### **ОТМЕТИЛИ:**

1. Рассмотренная работа по анализу Московской энергосистемы дает упреждающую оценку применимости требований проекта ПТФ ЭЭС к существующей схеме Московской энергосистемы с учетом перспективного ее развития, а также показывает первостепенные задачи для обеспечения соответствия Московской энергосистемы требованиям ПТФ ЭЭС.

2. Г. Москва и его энергосистема имеют существенные особенности, в т.ч. в отличие от других крупнейших городов России с населением более 1 млн человек. В условиях высокой плотности населения и территориальной застройки, большой плотности электрической нагрузки и устойчивого роста электропотребления, высокой концентрации мощности на объектах

электроэнергетики развитие энергосистемы сталкивается с проблемами ограничения токов КЗ, компенсации реактивной мощности, присоединения новых потребителей, обеспечения качества электроэнергии, надежного энергоснабжения инфраструктурных объектов мегаполиса.

3. На нормативном уровне необходимо принять технические требования по проектированию энергосистемы мегаполиса, которые должны обеспечить ее развитие и обновление. Наличие таких нормативных требований особенно актуально для подготовки и согласования инвестиционных программ развития электрических сетей в г. Москве и г. Санкт-Петербурге. Применительно к Московской энергосистеме нормативное обеспечение должно способствовать решению вопросов о сооружении второго кольца 500 кВ, использовании связей постоянного тока, замещении устаревшего оборудования объектов электроэнергетики и др.

4. Реализация ряда принципов развития и обеспечения надежности электроснабжения мегаполисов применительно к энергосистеме г. Москвы вызывает сложности. Например, использование исключительно кабельных ЛЭП затруднено из-за высокой стоимости прокладки, а также проблем компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения. По данным ОАО «МОЭСК» программа каблирования воздушных ЛЭП в г. Москве оценивается в суммы порядка 50 млрд руб. для сетей 110-220 кВ и 250 млрд руб. для сетей 500 кВ. Ограничения по установленной мощности оборудования и объектов электроэнергетики в перспективе потребуют отказа от практики укрупнения и строительства сверхмощных энергообъектов, резервирование которых в полном объеме чрезвычайно сложно обеспечить.

5. Нормативно-техническое обеспечение для сектора электроснабжения городов устарело и не учитывает особенности развития электросетевого комплекса, специфику крупных объектов стратегического значения (например, международных аэропортов), появление потребителей с принципиально новыми запросами по качеству и надежности электроснабжения (например, центры хранения и обработки данных). Условия резервирования электроснабжения требуют уточнения в части определения объема и типа резервных источников питания для обеспечения бесперебойного электроснабжения. Обеспечение второй категории электроснабжения потребителей в г. Москве в части времени восстановления электроснабжения выездной бригадой сильно затруднено в условиях транспортных заторов.

6. В условиях хозяйственного разделения генерирующих компаний, электросетевых и электроснабжающих организаций целесообразно использовать форму операционного договора между организациями для оптимизации управления энергообъектами по профильным направлениям деятельности. Необходима координация, в т.ч. в ЧС, большого числа электросетевых компаний (например, 47 компаний в г. Москве). Ответственность энергосбытовых компаний за надежное электроснабжение потребителей не подкрепляется ресурсным обеспечением для оперативного решения вопросов. Необходимо развивать экономические механизмы обеспечения надежности, в т.ч. применительно к энергосистемам мегаполисов.

7. По итогам выполненной работы и в результате публичного обсуждения в проект ПТФ ЭЭС были внесены корректировки в части состава расчетных возмущений для новых и реконструируемых объектов энергетики: погашение всех РУ на энергообъекте смягчено до отключения на подстанции или электростанции распределительного устройства любого класса напряжения. При этом новый класс расчетных возмущений отнесен только к энергосистемам г. Москвы и г. Санкт-Петербурга. Исключены требования по сбалансированности энергосистемы мегаполиса, а требования по резервному топливу для объектов генерации приведены в соответствии с общими требованиями ПТФ ЭЭС к тепловым электростанциям. Актуальной задачей остается уточнение границ электрических сетей мегаполиса при реализации требований ПТФ ЭЭС, а также порядок перехода на новые требования.

### **РЕШИЛИ:**

1. Принять к сведению результаты выполненной ЗАО «АПБЭ» и ОАО «Институт «Энергосетьпроект» работы для учета в составе обосновывающих материалов по проекту ПТФ ЭЭС.

2. Рекомендовать Департаменту топливно-энергетического хозяйства г. Москвы и Министерству энергетики Московской области во взаимодействии с субъектами электроэнергетики, научными и проектными институтами организовать работу по развитию нормативно-технической базы обеспечения надежности электроснабжения крупнейших городов и мегаполисов, в т.ч. инфраструктуры их жизнеобеспечения (водоснабжение, канализация, метрополитен, высотные здания, аэропорты и др.).

3. Рекомендовать основные результаты выполненной работы к публикации в ведущих отраслевых научно-технических и научно-производственных журналах.

**С заключительным словом выступил:** председатель секции «Техническое регулирование в электроэнергетике» Ю.Н. Кучеров.

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



В.В. Молодюк

Председатель секции «Техническое  
регулирование в электроэнергетике»,  
д.т.н.



Ю.Н. Кучеров

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



Я.Ш. Исамухамедов

Секретарь секции «Техническое  
регулирование в электроэнергетике»



Ю.Г. Федоров