

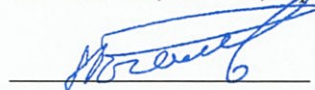


Некоммерческое партнерство
**«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ
Единой энергетической системы»**

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

«27» апреля 2017 г.

ПРОТОКОЛ

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

«Особенности и преимущества выполнения расчетов электрических режимов в ПК PowerFactory применительно к объектам распределенной генерации и резервным источникам электроснабжения энергообъектов»

24 апреля 2017 года

г. Москва

Присутствовали: члены секции «Распределенные источники энергии» НП «НТС ЕЭС», сотрудники НИУ «МЭИ», АО «Техническая инспекция ЕЭС», НИЦ «Атмограф», АО «НТЦ ФСК ЕЭС», АО «НТЦ ЕЭС (Московское отделение)», АО «РТСофт», ООО «Авелар Солар Технолоджи», всего 12 чел.

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

Во вступительном слове отмечена нарастающая тенденция к изменению структуры электроэнергетики, в сторону увеличения доли объектов распределенной генерации, в том числе на базе ВИЭ (далее – РГ), что влечет за собой рост проблемных вопросов, связанных с технологическим присоединением, текущим и перспективным планированием выработки электроэнергии данными объектами.

Особую важность и актуальность представляют вопросы проведения расчетов электрических режимов при проектировании объектов РГ и их интеграции в электроэнергетическую систему, либо в сети внутреннего электроснабжения промышленных предприятий.

В отличие от зарубежных принципов эксплуатации объектов РГ, заключающихся в отключении генерирующих установок при любых внешних возмущениях в прилегающей электрической сети, в отечественной

электроэнергетике стремятся сохранить генерирующую установку в работе при больших отклонениях параметров электрического режима, с целью обеспечения надежного электроснабжения потребителей. Следует отметить, что в этом случае большинство проблемных вопросов, связанных с интеграцией объектов РГ, остаются нерешенными.

С докладом «**Особенности и преимущества выполнения расчетов электрических режимов в ПК PowerFactory применительно к объектам распределенной генерации и резервным источникам электроснабжения энергообъектов**» выступил директор Департамента разработки Центра «SmartGrid» АО «РТСофт», Федоров О.А.

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

1. Проведен анализ спектра современных задач моделирования и расчетов электрических режимов, возникающих на каждом этапе цикла «Проектирование → Внедрение → Оперативное управление» для сетей с объектами РГ и локальных энергосистем (MicroGrid):

- описание новых функций расчетов для указанных объектов;
- оценка текущего уровня автоматизации таких расчетов.

2. Предложена современная программная платформа единой информационно-аналитической системы всережимных расчетов сетей с объектами РГ и локальных энергосистем (далее – ЛЭ) на базе программного комплекса PowerFactory, обладающего следующими особенностями:

- единый исполняемый модуль с гибкой системой подключения функциональных блоков;
- единую базу данных;
- развитый графический редактор элементов сети;
- встроенные средства программирования (DPL, Python);
- различные интерфейсы интеграции с системами WAMS, ГИС, БД, SCADA;
- развитый интерфейс экспорта/импорта данных (NETCAL, NEPS, PSS/E, PSS/U, Adept, NEPLAN);
- многопользовательский режим работы над проектом;
- готовые табличные и графические формы подготовки отчетов;
- неограниченное количество расчётных узлов;
- возможность моделирования и анализа работы передающих, распределительных и сетей внутреннего электроснабжения предприятия;
- возможность подробного моделирования объектов РГ на базе возобновляемых источников энергии.

3. Проведен анализ следующих расчетно-аналитических задач, выполняемых при проектировании электрических сетей, энергообъектов и схем

выдачи мощности (далее – СВМ) в электрических сетях 6 кВ и выше:

- *На этапе проектирования электрических сетей и энергообъектов:*
 - выбор места технологического присоединения энергообъекта, расчет СВМ и технико-экономическое обоснование (далее – ТЭО);
 - выбор конфигурации сети и оборудования с учётом технологических, режимных и географических ограничений;
 - расчет статической устойчивости;
 - расчет динамической устойчивости;
 - расчет и выбор параметров настройки устройств релейной защиты и автоматики (далее – РЗА);
- *На этапе внедрения и управления объектами сети:*
 - выбор алгоритмов и настроек параметров управления системных и локальных контроллеров/регуляторов (U , f , P , Q) и проведение испытаний устройств РЗА на объектах;
 - расчет процессов при восстановлении электрической сети после ликвидации аварий;
 - оптимальное управление сетью (реконфигурация; P-U-Q регулирование) по условиям режимных и технологических ограничений, с учетом требований к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии, как в оперативном режиме, так и при планировании режимов.

4. Проведен анализ следующих расчетно-аналитических задач, подлежащих рассмотрению в связи с ростом количества объектов РГ и развитием ЛЭ:

- расчет несимметричных режимов с однофазными источниками и нагрузками в сетях переменного и постоянного тока;
- учет нелинейных свойств оборудования из-за наличия встроенных контроллеров/регуляторов, а также применения различных технологий производства/преобразования электроэнергии;
- расчет уставок устройств РЗА при включении нескольких источников электрической энергии в электрические сети ЛЭ;
- учет в ТЭО назначение объектов РГ и ЛЭ, режимов их работы с ЕЭС, целевых показателей надежности и качества электроэнергии;
- прогнозирование метеоданных, цен на розничном рынке, поведения потребителей электроэнергии.

5. Отмечено, что расчеты и оптимизация электрических режимов в электрических сетях с объектами РГ и ЛЭ, требуют большого числа трудоемких вычислений и сценариев моделирования с целью учета быстрых переменных состояния подобных сетей, зависимости от метеоданных, быстрых алгоритмов режимного управления, новых свойств управления распределенными источниками энергии.

6. Отмечена необходимость использования современных программных средств автоматизации расчетно-аналитических функций.

7. Приведен перечень новых функций программного обеспечения для расчетов электрических режимов, удовлетворяющих особенностям объектов РГ и ЛЭ:

- математические модели новых видов преобразовательной техники, источников энергии, АРВ, локальных регуляторов, устройств РЗА;
- расчеты многовариантных установившихся режимов, токов короткого замыкания и электромеханических переходных процессов для интервалов времени в сутках/месяцах/годах с триггерами проверок ограничений;
- расчет собственных чисел;
- расчет плановых показателей надежности и качества электроэнергии (провалы напряжения, гармонический спектр);
- автоматизация выбора уставок устройств РЗА;
- оценка отклонения уровней напряжения на основании данных от приборов учета электроэнергии и профилей нагрузок;
- оптимизация точек деления электрической сети и восстановления электроснабжения потребителей после ликвидации аварий;
- локализация зон с отклонениями показателей качества электроэнергии;
- оптимизация активной мощности и состава включенного генерирующего оборудования, с учетом изменяющегося метео- и ценового прогнозов;
- оптимизация по напряжению и реактивной мощности в электрической сети, с учетом изменяющегося метеопрогноза.

В обсуждении доклада и прениях выступили: Илюшин П.В. (председатель секции), Николаев В.Г. (НИЦ «Атмограф»), 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. – Проректор по научной работе ФГАОУ ДПО «ПЭИПК», председатель секции, к.т.н.

Отметил важность наличия в базовых библиотеках ПК PowerFactory моделей устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики отечественных заводов-изготовителей, а также необходимость внесения в библиотеки моделей отечественного генерирующего оборудования, применяемого на объектах РГ, в том числе оборудования на базе ВИЭ. В

мировой практике большинство заводов-изготовителей не только предоставляют разработчикам программных комплексов для расчетов электрических режимов модели изготавливаемого оборудования для включения в базовые библиотеки, но и при прохождении процедуры сертификации генерирующего оборудования, подтверждают заявленные характеристики (математические параметры схемы замещения; алгоритмы работы автоматических регуляторов скорости и возбуждения) посредством проведения целого ряда натурных испытаний.

Отметил достаточно удобный интерфейс ПК PowerFactory, возможность быстрого обучения специалистов-расчетчиков основным навыкам проведения расчетов с использованием данного ПК, а также возможность проведения значительного объема расчетов режимов для конкретного энергообъекта небольшим количеством персонала.

Обратил внимание на низкое качество выполнения проектных работ по интеграции объектов РГ в энергосистему большинством проектных организаций. Отметил необходимость разработки типовых рекомендаций для составления сценариев расчетов электрических режимов для каждой рассматриваемой схемы электрической сети и возможных схемно-режимных ситуаций с целью обеспечения наибольшей достоверности результатов расчетов, что должно быть основой для дальнейшего принятия корректных технических решений.

Отметил достаточно большой вклад АО «РТСофт» в развитие технологий моделирования и расчетов электрических режимов электрических сетей, содержащих объекты РГ, ЛЭ, а также адаптацию программного комплекса PowerFactory к проведению необходимых расчетов электрических режимов, с учетом российских особенностей и требований. Значителен вклад компании в организацию технической поддержки и сопровождение ПК PowerFactory, особенно в части его доработки по заявкам пользователей.

Николаев В.Г. – Директор НИЦ «Атмограф», д.т.н.

Отметил наличие возможности быстрого и качественного освоения программного комплекса PowerFactory специалистами-расчетчиками заказчика для проведения необходимых расчетов электрических режимов.

Обратил внимание на степень детализации технических параметров объектов РГ, в том числе на базе ВИЭ, вносимых в базовые библиотеки оборудования ПК PowerFactory. Информация по каждой модели оборудования ВИЭ должна вноситься индивидуально и сопровождаться.

Отметил, что в настоящее время существует актуализируемая база технических параметров объектов РГ на базе ВИЭ. Кроме того, имеется возможность для заданных географических координат месторасположения новой ВЭС или СЭС получать из внешних информационных ресурсов

информацию о скоростных напорах ветра, уровне инсоляции и т.д., что крайне актуально для проектных организаций.

Крамской Ю.Г. – Эксперт НП «ЕВРОСОЛАР Русская секция».

Обратил внимание членов секции на следующие аспекты:

- реализацию модуля конвертации результатов расчетов электрических режимов из RastrWin в ПК PowerFactory;
- возможность расчетов статистических показателей надежности электроснабжения потребителей, учитывающих вероятностные модели отказов единичного оборудования;
- необходимость постоянной актуализации библиотеки устройств РЗА при строительстве и реконструкции объектов РГ и прилегающей электрической сети, с учетом оборудования как зарубежных заводов-изготовителей, так и отечественных;
- необходимость публикации на официальном сайте АО «РТСофт» информации о вносимых в базовые библиотеки ПК PowerFactory изменениях, в разделе программного комплекса PowerFactory.

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

1. Проектирование и интеграция объектов РГ в электрическую сеть и последующее внедрение технологий оптимального управления требует выполнения широкого комплекса работ, а именно:

- расчетов электрических режимов, при различных конфигурациях электрической сети;
- расчетов статической устойчивости;
- расчетов динамической устойчивости;
- расчетов показателей качества электроэнергии, что особенно актуально для изолированных энергосистем и островных режимов работы энергорайонов;
- анализа работы устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики, показателей надежности, оптимального регулирования напряжения, активной и реактивной мощностей;
- дополнения библиотек новыми динамическими моделями оборудования отечественного и зарубежного производства.

2. Возможность выполнения всего комплекса расчетов электрических режимов для объектов РГ и ЛЭ в одном ПК PowerFactory, включая расчеты электромагнитных переходных процессов (при необходимости), а также однократное внесение и верификация исходных данных, без необходимости их конвертации в другие ПК.

3. Для упрощения процесса согласования результатов расчетов электрических режимов с сетевыми организациями, филиалами Системного оператора и другими организациями требуется расширить действующий список используемых программных комплексов для расчетов электрических режимов новыми программными продуктами, что позволит обеспечить проектным организациям более широкую расчетно-аналитическую функциональность.

4. Программный комплекс PowerFactory, обладая свойствами современной программной платформы, предлагает пользователям компоненты единой информационно-аналитической системы, включая возможность проведения анализа правильности выбора уставок устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики для объектов РГ и ЛЭ на основе моделирования различных возмущений в расчетной схеме сети.

5. Программный комплекс PowerFactory отвечает современным функциональным требованиям для задач моделирования объектов РГ и ЛЭ, при этом соответствует принятым в России методическим основам и требованиям нормативно-технических документов, а кроме того может быть адаптирован в кратчайшие сроки под решение специальных дополнительных задач.

Заседание секции «Распределенные источники энергии» решило:

1. Положительно оценить опыт АО «РТСофт» в развитии технологий моделирования и расчетов электрических режимов электрических сетей, содержащих объекты РГ, ЛЭ и адаптации программного комплекса PowerFactory к требованиям российской электроэнергетики.

2. Рекомендовать АО «РТСофт» осуществить внедрение в программный комплекс PowerFactory результатов работ по стандартизации технических требований на подключение к сетям объектов РГ, выбор состава и параметров настройки устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики объектов РГ и ЛЭ.

3. Рекомендовать АО «РТСофт» провести анализ текущих требований к выполнению расчетов динамической устойчивости объектов РГ с целью реализации в программном обеспечении функций автоматизации подобной методики расчетов и проверки условий обеспечения устойчивости.

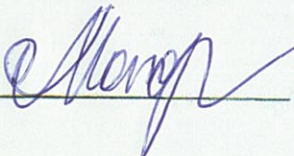
4. Рекомендовать АО «РТСофт» продолжить совместную работу с заводами-изготовителями электроэнергетического оборудования, устройств РЗА, а также российскими центрами компетенций по моделированию электрических режимов энергосистем, для постоянной актуализации библиотек моделей оборудования и согласования средств и методов их верификации, с целью обеспечения точности используемых в расчетах математических моделей оборудования (синхронные, асинхронные машины, ВЭС, СЭС, АКБ, устройства силовой электроники, устройства FACTS, вставки постоянного тока, СТК, БСК, УШР, РЗА и т.д.).

5. Рекомендовать АО «РТСофт» осуществлять информирование отраслевых инжиниринговых центров и энергокомпаний, заинтересованных в реализации проектов по интеграции объектов РГ в электрические сети и ЛЭ, о ходе работ по актуализации и верификации библиотек моделей оборудования в ПК PowerFactory.


6. Рекомендовать проектным организациям, осуществляющим расчеты электрических режимов для объектов РГ и ЛЭ, ознакомиться с функциональными возможностями и преимуществами ПК PowerFactory для определения целесообразности его использования в решении текущих задач проектирования.

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

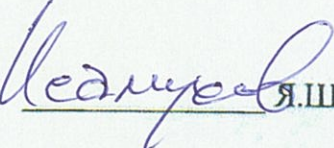
Первый заместитель Председателя
Научно-технической коллегии,
д.т.н., профессор


В.В. Молодюк

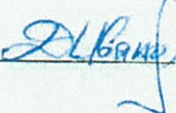
Председатель секции
«Распределенные источники
энергии» НП «НТС ЕЭС», к.т.н.


П.В. Илюшин

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


Я.И. Исамухамедов

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


Д.А. Ивановский