



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

111 250, Москва, проезд Завода Серп и Молот,
дом 10, офис 608, Тел. (495) +7 495 012 60 07
E-mail: dtv@nts-ees.ru, <http://www.nts-ees.ru/>
ИИН 7717150757

УТВЕРЖДАЮ

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

Н.Д. Рогалев

«30» декабря 2020 г.

ПРОТОКОЛ № 8

заседания секции «Активные системы распределения электроэнергии и
распределенные энергетические ресурсы» НП «НТС ЕЭС» для рассмотрения
доклада по теме: **«Методы интеллектуального управления распределенными
энергоресурсами на базе цифровой платформы»**

24 декабря 2020 года

г. Москва

Присутствовали: члены секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», сотрудники НП «НТС ЕЭС», ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», АО «НТЦ ФСК ЕЭС», НИК С6 РНК СИГРЭ, ООО «Компания ДЭП», ООО «РТСофт-СГ», ФГБУН «ИНЭИ РАН», АО «Электронмаш», ООО «Совтест АТЕ», АО «РТСофт», ООО НПП «ЭКРА», ООО «Интеллектуальная энергия», ФГБОУ ВО «Новосибирский ГТУ», ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева», ФГАОУ ДПО «ПЭИПК», АО «Техническая инспекция ЕЭС», АО «Русатом Автоматизированные системы управления», ООО Калининградский инновационный центр «Техноценоз», всего **34** человека.

Со вступительным словом выступил председатель секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределенной энергетики ФГБУН «Институт энергетических исследований РАН», д.т.н. Илюшин П.В.

Во вступительном слове было отмечено, что в последние годы в отечественных энергосистемах наблюдается заметный рост вводов различных распределенных энергетических ресурсов, которые подключаются к сетям среднего и низкого напряжения распределительных сетевых компаний. Одновременно возрастает количество проблемных технических вопросов, связанных с организацией управления данными энергоресурсами. При этом создать системы централизованного управления ими, аналогично управлению

энергообъектами ЕНЭС России, в силу множества технических и экономических особенностей не представляется возможным.

Одним из перспективных способов управления распределенными энергетическими ресурсами является интеллектуальное управление на базе цифровой платформы, содержащей, в том числе, функции управления оборудованием, прогнозирования нагрузки, оптимизации энергетического режима. Собственники объектов распределенной генерации также имеют возможность для присоединения к создаваемой цифровой платформе с целью снижения экономических издержек и получения новых возможностей.

С докладом «Методы интеллектуального управления распределенными энергоресурсами на базе цифровой платформы» выступил Ковалев Сергей Протасович – Ведущий научный сотрудник ФГБУН «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН», д.ф.-м.н.

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

Отмечено, что стремительное распространение распределенных энергетических ресурсов (РЭР) сопровождается всевозможными «болезнями роста», в том числе:

- отсутствие навыков настройки и управления оборудованием у собственников и операторов;
- угроза устойчивости ЕЭС России или отдельных энергосистем;
- отсутствие единых стандартов в представлении данных на разных сторонах информационного обмена и документооборота;
- недостаточно проработанная регуляторная база;
- уязвимость перед кибератаками и мошенничеством.

Вышеуказанные проблемы можно решить путем координированного управления РЭР, однако невозможно централизовать управление РЭР по аналогии с инфраструктурой большой энергетики, например, магистральных электрических сетей или атомной энергетики. Напротив, принцип децентрализации является одним из ключевых факторов развития РЭР, поэтому координация управления должна стимулироваться на добровольных началах.

Перспективный подход для этого предлагает цифровая экономика: рекомендуется организовать управление РЭР на базе единого платформенного решения. Субъекты распределенной энергетики (собственники и операторы РЭР) будут добровольно подключаться к такой платформе в целях снижения издержек (в том числе трансакционных), а также получения новых возможностей (в том числе участия в программах различных агрегаторов).

Такая платформа создается, начиная с 2019 года, в рамках проекта Национальной технологической инициативы (НТИ) Энерджинет «Разработка

российской программной платформы управления распределенной энергетикой – «АПлатформа». Платформа предназначена для разработки, внедрения и реализации прикладных систем управления РЭР и сопутствующих сервисов.

Отличительной особенностью АПлатформы является предоставление массовым рядовым субъектам распределенной энергетики доступного интегрированного пакета передовых высоких энергетических, информационных и экономических технологий (интернет вещей, машинное обучение, оптимальное управление, цифровые двойники, онтологическое моделирование, блокчейн и др.).

Главным исполнителем проекта выступает АО «РТСофт», соисполнителями являются Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН и ООО «Современные системы реформирования».

На начальной стадии проекта разработки платформы были выявлены заинтересованные стороны платформы, включая различные категории пользователей (субъектов распределенной энергетики), разработчиков и сопровождающих сторон. Описаны следующие базовые сценарии использования платформы заинтересованными сторонами:

- сценарии энергетических трансакций и бизнес-кейсов:
 - управление спросом;
 - управление виртуальной электростанцией;
 - управление распределенной системой накопителей;
 - коммерческая диспетчеризация потребителей;
 - диспетчеризация парка станций заряда электротранспорта;
 - управление активными энергетическими комплексами;
 - управление микрогридами и микрорынками;
 - диспетчеризация участков и районов распределительной сети.
- сценарии моделирования:
 - ведение онтологической модели;
 - ведение информационных моделей и цифровых двойников РЭР;
 - ведение информационных моделей и цифровых двойников распределительных сетей и районов с РЭР.
- сценарии жизненного цикла платформы, приложений, пользователей:
 - жизненный цикл Платформы;
 - жизненный цикл приложения;
 - регистрация и поддержка пользователя.
- сценарии инвестиционного планирования РЭР, проектирования, эксплуатации, обучения персонала, информационно-аналитической поддержки и др.

Определен типовой процесс управления РЭР на базе платформы, состоящий из следующих шагов:

- определение целей, методов и средств управления;
- формирование группы объектов управления;
- планирование цикла управления;
- реализация цикла управления согласно плану;
- подведение экономических результатов управления.

С точки зрения архитектуры АПлатформа реализуется как программный конструктор, состоящий из микросервисов – небольших, слабо связанных и легко изменяемых компонентов (модулей) с открытым прикладным программным интерфейсом (API), взаимодействующих в единой информационной среде с использованием экономичных коммуникационных протоколов в стиле REST. Это позволяет быстро собирать приложения из обращений к API компонентов АПлатформы в порядке, обусловленном решаемой прикладной задачей. Приложение может содержать фрагменты собственной функциональной логики, если микросервисы для нее не реализованы в АПлатформе, либо признаются неудовлетворительными по тем или иным причинам (специфика пользователей приложения; взаимодействие с редко встречающимися устройствами; производительность и др.).

Компоненты АПлатформы сгруппированы по назначению в следующие семь подсистем:

- подсистема интернета вещей (ПИВ);
- подсистема формирования и актуализации онтологических моделей, информационных моделей и цифровых двойников (ПЦД);
- подсистема интеллектуального управления (ПИУ);
- подсистема проведения энергетических транзакций (ПЭТ);
- подсистема управления электронными документами (ПЭД);
- подсистема мониторинга состояния и диагностики компонентов платформы и приложений (ПМД);
- подсистема информационной безопасности (ПИБ).

При функционировании прикладных систем управления РЭР на базе АПлатформы между компонентами различных подсистем поддерживаются типовые потоки данных, образующие информационное обеспечение:

- данные телеметрии и телесигнализации;
- уставки и команды управления оборудованием;
- данные по профилям, режимам работы оборудования, ценам;
- нормативно-справочная информация;
- мастер-данные;

- электронные документы;
- данные энергетических трансакций и смарт-контрактов;
- журналы мониторинга состояния платформы и приложений;
- данные для идентификации, авторизации и аутентификации;
- онтологическая модель.

В платформе реализован широкий спектр алгоритмов интеллектуального управления РЭР, в том числе:

- оценка состояния, моделирование и анализ электрических режимов;
- прогнозирование нагрузки и генерации электроэнергии на базе глубоких моделей машинного обучения;
- оптимизационное планирование режима работы основного электрического оборудования;
- оптимальное распределение обязательств в согласованном управлении группами объектов (задача агрегатора);
- оценка исполнимости и верификация фактического исполнения смарт-контрактов;
- формирование полноценного цифрового двойника объекта управления.

Одной из ключевых особенностей платформы является широкое применение цифровых двойников. Цифровые двойники объектов предназначены для моделирования всевозможных воздействий на объекты (в том числе не осуществлявшихся физически), прогнозирования результатов таких воздействий, выработки и реализации мер по предотвращению их негативных последствий.

Цифровой двойник РЭР реализуется в АПлатформе как комплекс математических моделей, настроенных на обработку в темпе мягкого реального времени разнообразной информации: массивов данных телеметрии и телесигнализации по объектам управления от ПИВ, мастер-данных из ПЦД, электронной документации и цифровых интерактивных схем (планов, карт) из ПЭД.

Чтобы обеспечить сквозную совместимость моделей по входным/выходным данным и исключить разнотечения в именовании и интерпретации понятий, которыми оперирует цифровой двойник, информационное обеспечение разрабатывается на основе общей для всей платформы онтологии РЭР.

Для отработки предполагаемого использования алгоритмов и средств платформы в базовых сценариях, реализованы имитационные модели в среде AnyLogic. Имитационное моделирование направлено, в частности, на решение следующих задач:

- наглядная виртуальная отработка функций управления РЭР с

применением продуктов/услуг платформы;

- предварительная оценка технико-экономического эффекта от использования платформы;
- уточнение состава и интенсивности информационных потоков, поддерживаемых платформой.

Определены первоочередные пилотные проекты, предусматривающие разработку ряда востребованных приложений на базе АПлатформы в области управления РЭР:

- прототип управляемого интеллектуального соединения для активного энергетического комплекса;
- модель узлового ценообразования на розничном рынке электроэнергии;
- решение для краткосрочного прогнозирования выработки солнечных электростанций с использованием видеосъемки неба и машинного зрения;
- облачный сервис управления спросом;
- облачный сервис коммерческой диспетчеризации потребителей;
- система оптимального планирования и управления автономной гибридной электроустановкой;
- система оптимального энергоснабжения энергорайона/микрогрид;
- использование накопителя электроэнергии и системы управления для повышения надежности технологического процесса металлургического предприятия;
- система оптимального управления энергоснабжением офисного здания.

Развернут технический портал АПлатформы (<https://a-platform.ru/>). Формируется экосистема АПлатформы, состоящая из разработчиков приложений, изготовителей оборудования, организаций науки и образования, инфраструктурных организаций энергетики и других заинтересованных сторон. В ближайшие годы планируется создать и внедрить программные компоненты АПлатформы, облачные прикладные сервисы и широкий набор систем управления РЭР на ее базе.

В обсуждении доклада и прениях выступили: Илюшин П.В. (председатель секции), Гельфанд А.М. (НП «НТС ЕЭС»), Вольный В.С. (НИУ «МЭИ»), Щепетков С.К. (АО «Техническая инспекция ЕЭС»), Шавловский С.В. (АО «Электронмаш»), Родионов В.А. (АО «РАСУ»).

Гельфанд А.М. – Заслуженный работник ЕЭС России, член секции АСРЭ и РЭР НП «НТС ЕЭС».

Обратил внимание, что разработка методов интеллектуального управления

распределенными энергоресурсами на базе цифровой платформы в настоящее время находится на стадии технического проекта.

Отметил, что в настоящее время в составе цифровой платформы разработаны следующие алгоритмы: управления спросом, коммерческой диспетчеризации потребителей, управления microgrid. При этом имеется возможность создания необходимых алгоритмов под требования заказчика.

Обратил внимание, что при организации управления и режимов электрической сети в microgrid количество точек измерения параметров режима может быть значительным, кроме того, данная информация должна быть загружена и обработана в облаке. Решение подобной задачи возможно на базе высокоскоростной вычислительной техники с большим объемом памяти.

Вольный В.С. – ассистент кафедры «Релейная защита и автоматизация энергосистем» НИУ «МЭИ».

Отметил, что интеграция цифровой модели управления в существующую распределительную сеть 6-35 кВ достаточно проблематична, так как в ней зачастую отсутствует наблюдаемость, каналы связи, а также дистанционное управление оборудованием.

Обратил внимание, что собственниками каналов связи, используемых распределительными сетевыми компаниями для передачи технологической информации, могут быть сторонние организации. Данное обстоятельство накладывает дополнительные сложности в обеспечении кибербезопасности.

Отметил целесообразность создания минимальных технических требований к объекту управления, чтобы собственники РЭР имели возможность оценить состав и параметры своего оборудования для принятия решения об участии в проекте цифровой платформы.

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

Обратил внимание, что стоимость оборудования РЭР в данное время достаточно высокая, поэтому с целью предотвращения дополнительных экономических издержек на проведение аварийных ремонтов необходимо интегрировать в АПлатформу системы мониторинга и диагностики данного оборудования, позволяющие выявлять развивающиеся дефекты на ранней стадии их развития.

Отметил, что особую важность система мониторинга и диагностики оборудования РЭР, интегрированная в АПлатформу, представляет для мелких участников цифровой платформы, например, домовладений. Так как они не имеют возможности проводить подобные мероприятия самостоятельно.

Шавловский С.В. – главный инженер по возобновляемой электроэнергетике и интеллектуальным сетям АО «Электронмаш».

Обратил внимание, что важным аспектом функционирования цифровой платформы является подготовка персонала, так как специалисты должны владеть не только знаниями и навыками в области электроэнергетики, но и программирования, а также АСУ ТП.

Обратил внимание, что при реализации цифровой платформы особенное внимание должно уделяться требованиям по организации каналов связи: по надежности, резервированию, кибербезопасности.

Родионов В.А. – Главный эксперт АО «Русатом Автоматизированные системы управления».

Отметил, что программное обеспечение функциональных модулей АПлатформы не является программным обеспечением, предназначенным для анализа режимов работы энергосистемы, но при этом они выдвигают требования к тем приложениям, которые будут решать данную задачу.

Обратил внимание, что система управления энергосистемы на напряжении 110 кВ и выше строится на базе других не платформенных решений, кроме того требования к надежности в сетях высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения намного выше, чем в сетях 6-35 кВ microgrid.

Илюшин П.В. – Председатель секции «АСРЭ и РЭР», руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределенной энергетики ФГБУН «Институт энергетических исследований РАН», д.т.н.

Обратил внимание, что при организации управления РЭР в территориально удаленных населенных пунктах, постоянное обращение объектов управления к АПлатформе через облачные технологии нецелесообразно, так как там не всегда имеется стабильная высокоскоростная связь.

Отметил, что для крупных промышленных предприятий хранение различных данных имеет коммерческую ценность, поэтому при реализации задач управления РЭР на базе цифровой платформы важно обеспечить возможность инсталляции максимального количества необходимых программных средств на вычислительных ресурсах, находящихся на территории предприятия, а задачи оптимизации могут решаться посредством их взаимодействия с АПлатформой через облачные технологии.

Обратил внимание, что для заказчика услуг цифровой платформы важное значение имеет выбор необходимой конфигурации используемых модулей АПлатформы, что должно гибко влиять на конечную стоимость данной услуги.

Заслушав выступления и мнения экспертов по результатам дискуссии, заседание секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» отмечает:

1. Целесообразность и перспективность применения платформенного подхода в области управления РЭР в России и в мире, в том числе в качестве стимула для развития распределенной энергетики.
2. Важность детального анализа и изучения пилотных проектов для последующей разработки предложений по реализации как наиболее эффективных технических решений, так и выявления неудачных.
3. Важность подготовки профильного персонала, который будет выполнять функции проектировщиков и операторов объектов РЭР с использованием АПлатформы, на базе высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов.
4. Необходимость разработки новых и корректировки действующих нормативно-правовых актов и нормативно-технических документов в области интеграции цифровой платформы, а также особенностей присоединения к ней различных потребителей электроэнергии.
5. Целесообразность рассмотрения возможности использования цифровой платформы при проектировании объектов распределенной энергетики.

Заседание секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» решило:

1. Рекомендовать АО «РТСофт» совместно с соисполнителями продолжить работы по разработке российской программной платформы управления распределенной энергетикой – АПлатформы.
2. Рекомендовать субъектам распределенной энергетики рассмотреть возможность участия в апробации и внедрении на своих объектах прикладных систем управления РЭР на базе АПлатформы в качестве пилотных проектов.
3. Собственникам объектов распределенной энергетики рекомендовано рассмотреть возможность при реализации новых проектов использовать технологические возможности АПлатформы для решения задач управления.
4. Проектным организациям рекомендовано подробно ознакомиться с возможностями АПлатформой с целью рассмотрения возможности ее применения при разработке проектов объектов распределенной энергетики.
5. Рекомендовать разработчикам приложений и сервисов в области управления РЭР рассмотреть возможность использования АПлатформы в качестве базы для разработки, внедрения и исполнения своих продуктов.
6. Рекомендовать учебным заведениям и научно-исследовательским институтам рассмотреть возможность использования АПлатформы в реализации

образовательных программ и проведении научных исследований, в рамках хозяйственных договоров.

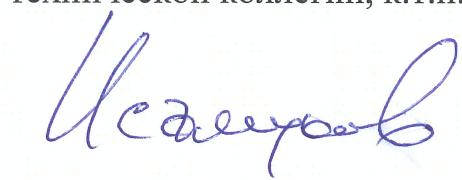
7. Рекомендовать АО «РТСофт» совместно с соисполнителями по результатам реализации разноплановых пилотных проектов на объектах распределенной энергетики представить на секции «АСРЭ и РЭР» НП «НТС ЕЭС» доклад по полученным техническим и экономическим эффектам.

С заключительным словом выступил председатель секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределенной энергетики ФГБУН «Институт энергетических исследований РАН», д.т.н. Илюшин П.В., в котором отметил, что рост вводов различных РЭР, увеличение их единичной и суммарной мощности, а также их концентрации в распределительных электрических сетях неизбежно приведет к росту проблемных технических вопросов, связанных с их некорректным функционированием и отрицательным влиянием на режимы работы сети. Одним из способов решения указанных вопросов является интеллектуальное управление распределенными энергоресурсами на базе цифровой платформы, способной быстро и корректно решать большое количество задач в интересах как собственников генерирующего оборудования, так и потребителей электроэнергии.

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

 В.В. Молодюк

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

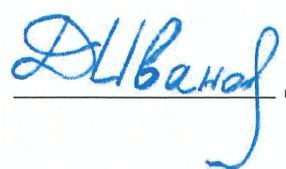
 Я.Ш. Исамухамедов

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



П.В. Илюшин

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

 Д.А. Ивановский