

Создание CIM-модели в АО «СО ЕЭС»

Статья подготовлена на основе доклада на конференции Системного оператора «CIM в России и мире», прошедшей 11–12 февраля 2021 года.

Богомолов Р.А., директор по автоматизированным системам диспетчерского управления АО «СО ЕЭС»

ПРЕДПОСЫЛКИ И ЦЕЛЬ ПЕРЕХОДА НА ЕИМ

Предпосылками создания общей информационной модели и унифицированного формата информационного обмена стали вызовы, с которыми в последние годы все чаще сталкивались российские энергетики в процессе взаимодействия и обмена технологической информацией. Отсутствие унифицированных структуры и формата информационного обмена приводило к увеличению сроков и стоимости внедрения информационных систем, повышению ресурсоемкости задач по актуализации информационных моделей, к несинхронному обновлению и разнородности информации, отсутствию интеграции программного обеспечения разных производителей, а также увеличению зависимости энергокомпаний от разработчиков разнородного ПО.

После реформы электроэнергетики в первой половине 2000-х годов перед АО «СО ЕЭС» встала задача стандартизации информационного обмена между разнородной совокупностью средств автоматизации, которая на момент создания Системного оператора эксплуатировалась в каждом из перешедших под его контроль диспетчерских центров.

Изначально был выбран путь унификации программных средств Системного оператора и их взаимной интеграции путем так называемой кроссировки (через таблицы соответствия), но вскоре стало ясно, что такое решение далеко от оптимального и не решает всех проблем ин-

формационного обмена. Требовался переход к использованию единых принципов и технологий взаимодействия информационных систем, включая единую структуру данных и формат информационного обмена. Была проделана большая работа по анализу отечественного и международного опыта унификации информационного обмена в области электроэнергетики и принято принципиальное решение опираться на стандарты Международной электротехнической комиссии МЭК 61970 и МЭК 61968, описывающие Общую информационную модель (Common Information Model, CIM).

В компании в тот момент уже эксплуатировалось значительное количество программных средств, каждое из которых обладало своей базой данных и своей нормативно-справочной информацией (НСИ). Движение в сторону автоматизации и взаимной интеграции в таких условиях могло привести к кратному росту как самих баз данных, так и средств конвертации данных при переводе их из одних информационных моделей в другие. К тому же в тот период на фоне реформирования отрасли с разделением по видам деятельности начал более активно развиваться информационный обмен диспетчерских центров с субъектами отрасли, что только усугубляло непростую ситуацию в области обмена данными.

Основная идея принятого Системным оператором решения базируется на систематизации ин-

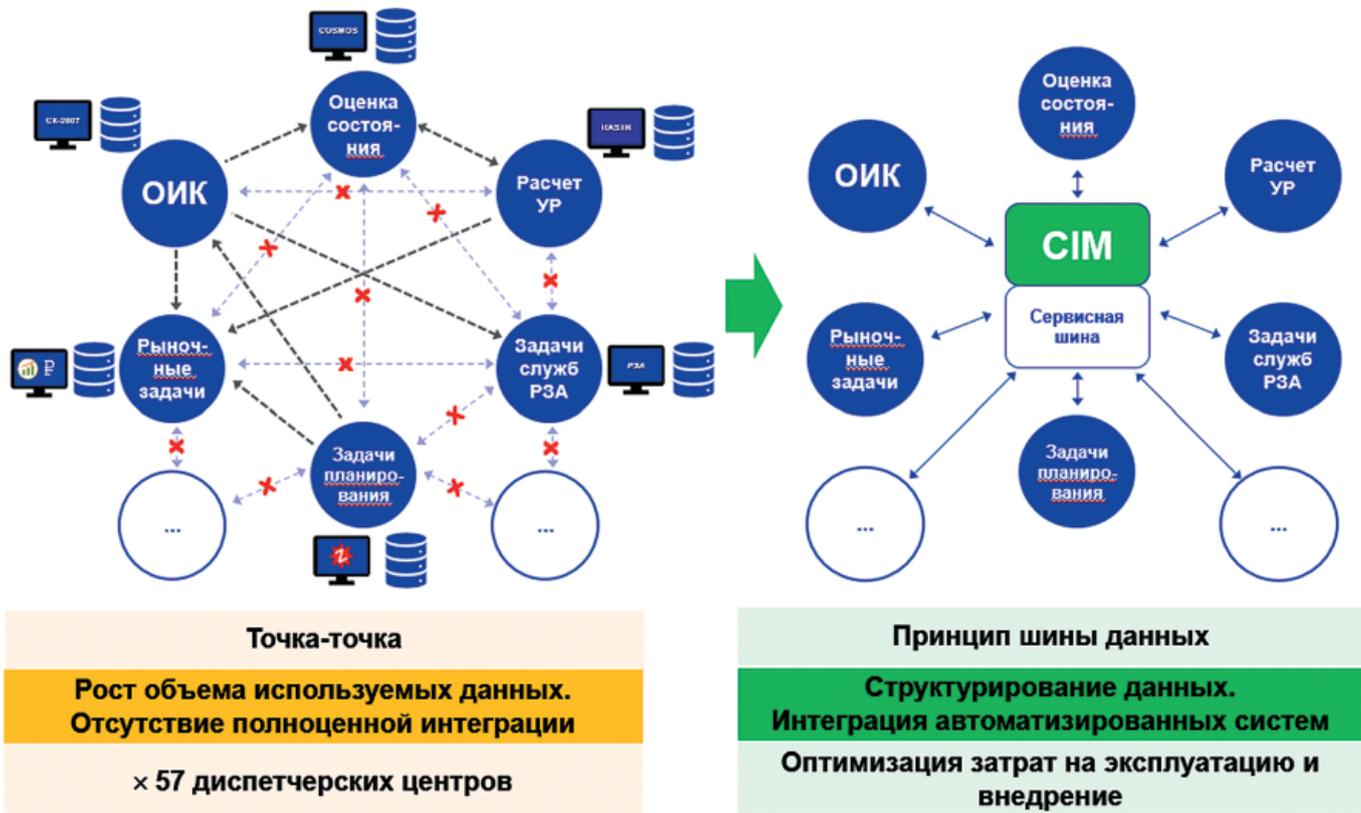


Рис. 1. Цель перехода на ЕИМ

формационного обмена в процессе выполнения стоящих перед каждым из 57 диспетчерских центров задач. Она предусматривает переход от обмена информацией по принципу «точка-точка» к обмену данными по принципу логической шины данных (рисунк 1). При этом создавался единый источник нормативно-справочной информации в виде информационной модели, данные которой используются в том объеме, который необходим для решения той или иной технологи-

ческой задачи. Структура единой информационной модели была принята максимально близко к стандартам CIM, в результате чего обмен данными между информационными системами стал выполняться на едином языке без необходимости дополнительной конвертации. Ведь как показал опыт Системного оператора, конвертация данных и поддержание в актуальном состоянии всех таблиц кроссировок составляет существенную долю трудозатрат на актуализацию НСИ.

РУССКИЙ CIM

Первые шаги на пути создания Единой информационной модели ЕЭС России (ЕИМ) были сделаны в 2006 году, когда применение стандартов CIM в международной практике еще набирало обороты. В 2013 году началась активная фаза создания ЕИМ. Разработка модели завершилась к 2016 году, и на работу с ней были переведены два деловых процесса из числа выполняемых Системным оператором — расчет установленных режимов и оценка со-

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ (COMMON INFORMATION MODEL, CIM) —

абстрактная цифровая модель системы, описывающая ее основные элементы, их свойства и связи между ними в виде общепризнанных и одинаково понимаемых определений и понятий. Использование CIM в электроэнергетике предоставляет возможность эффективной интеграции разнородных автоматизированных систем и обеспечивает унифицированный способ управления энергетическими объектами вне зависимости от их технологических, функциональных особенностей и производителя этих автоматизированных систем. Формат информационного обмена на базе CIM закреплен в стандартах Международной электротехнической комиссии МЭК 61970 и МЭК 61968. В России CIM описывается серией национальных стандартов «Единая энергетическая система и изо-

лированно работающие энергосистемы. Информационная модель электроэнергетики», разрабатываемых с учетом стандартов МЭК 61970 и МЭК 61968.

Создание универсальной информационной среды — один из важнейших технологических трендов в электроэнергетике, соответствующий задачам цифровой трансформации отрасли. Использование CIM и выработка на ее основе общепонятного «языка технологического общения» позволяет создать единую доверенную цифровую среду для передачи технологических сведений, упорядочить информационные потоки между предприятиями отрасли, обеспечить высокое качество используемых данных и перейти на качественно новый уровень оперативно-диспетчерского управления энергосистемой.

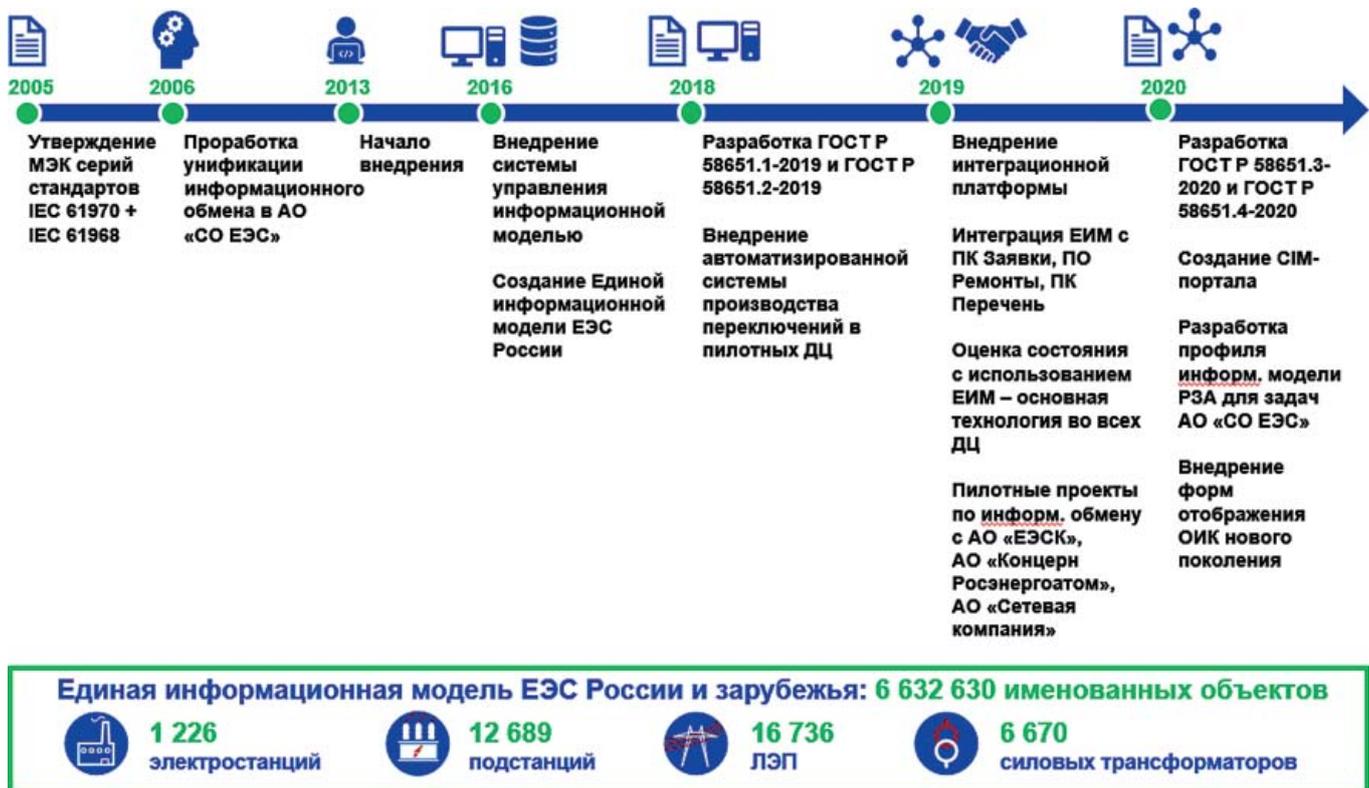


Рис.2 Создание Единой информационной модели ЕЭС России

стояния энергосистемы. Затем началось поэтапное увеличение количества информации в ЕИМ и перевод других задач на использование данных ЕИМ. Постепенно с ЕИМ были интегрированы программные комплексы для управления ремонтами, оперативно-информационный комплекс и другие информационные системы. В настоящее время процесс продолжается, ЕИМ ежемесячно прирастает новыми объектами и параметрами, причем не столько по причине активного строительства объектов электроэнергетики, а потому, что в модель добавляется информация о существующих объектах в разрезе новых задач, которые Системный оператор решает с помощью ЕИМ (рисунок 2).

Создание информационной модели без описания ее профиля невозможно, поэтому на самом раннем этапе Системный оператор определил ту часть, которую требовалось взять из международных стандартов в первую очередь. Первыми задачами, которые было решено выполнять с помощью информационной модели, как упоминалось выше, стали режимные задачи — расчет уста-

новившихся режимов и оценка состояния энергосистемы. С учетом этого из международных стандартов серии IEC 61970 и IEC 61968 был выбран набор необходимых классов, атрибутов и ассоциаций, соответствующий решаемым задачам. Было очевидно, что использовать весь объем IEC 61970 и IEC 61968 в явном виде не удастся, так как не все положения этих международных стандартов подходят для решения задач отечественной электроэнергетики. Поэтому было решено постепенно расширять профиль информационной модели для конкретных задач.

После выбора необходимых для решения режимных задач классов, атрибутов и ассоциаций было выполнено моделирование операционных зон нескольких пилотных диспетчерских центров. Опыт моделирования в пилотных диспетчерских центрах показал необходимость расширений профиля информационной модели, учитывающих особенности ЕЭС России — невозможно описать те объекты и технологии, которые являются уникальными, используемыми фактически только в ЕЭС России. С учетом таких особен-

ностей были разработаны необходимые расширения и создан уникальный профиль информационной модели ЕЭС России. Этот профиль, как пирамида, состоит из стандартов серии IEC 61970 и IEC 61968, лежащих в основе, и разработанных Системным оператором расширений. При этом при создании профиля Системный оператор стремился минимизировать набор расширений и максимально использовать модель, описанную в международных стандартах.

С учетом того, что профиль ЕИМ будет развиваться, Системный оператор строил свою систему управления моделью таким образом, чтобы иметь возможность самостоятельно, без привлечения разработчиков добавлять новые классы, атрибуты, своими силами проводить инжиниринг данных, добавлять в модель непосредственно экземпляры объектов и данные по ним. В настоящее время каноническая модель содержит 902 класса, 2254 атрибута, 1296 связей, в ней представлено 6,6 миллиона именованных объектов.

На пути создания единой информационной модели пришло

понимание, что помимо соответствующей внутренней стандартизации информационного обмена, нужно двигаться и к отраслевой. В решении этого вопроса активное участие приняло Минэнерго России. В сотрудничестве с отраслевым министерством Системный оператор инициировал разработку национальных стандартов для обеспечения перехода к стандартизованному информационному обмену, построенному на базе стандартов CIM. Изначально было ясно, что это будет «русский CIM», дополненный особенностями, характерными исключительно для российской электроэнергетики, в частности, такими, как трехуровневая структура диспетчерского управления и масштабы ЕЭС России (рисунок 3).

ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ ЕИМ

Процесс создания ЕИМ можно разделить на два этапа. Изначально предполагалось, что пер-



Рис. 3. Создание Единой информационной модели ЕЭС России. Состав канонической модели

вичный инжиниринг данных будет выполнен подрядчиком, что позволит «сгладить» процесс ее внедрения и сразу приступить к ее эксплуатации и использованию ее данных в технологических задачах. На этом этапе специалистами Системного оператора проведена большая работа по сбору сводных данных для передачи подрядчику. По-

сле создания информационной модели, которая охватывала три операционные зоны (ОДУ Северо-Запада, ОДУ Центра и ОДУ Юга), стало понятно, что проверка, верификация и актуализация далеко не полной модели очень трудозатратны, а детальная верификация модели на стороне подрядчика практически невозможна.

Первая в России общеотраслевая конференция по вопросам унификации информационного обмена в электроэнергетике «CIM в России и мире» состоялась 11–12 февраля 2021 года. Конференция организована Системным оператором Единой энергетической системы, обладающим обширным опытом по внедрению CIM для задач информационного обмена между многочисленными программными продуктами, эксплуатируемыми в 57 диспетчерских центрах, а также опытом реализации пилотных проектов информационного обмена с отечественными энергокомпаниями. В мероприятии приняли участие свыше 200 профессионалов: представители Минэнерго, крупнейших генерирующих, сетевых и инжиниринговых компаний, инфраструктурных организаций, разработчиков программного обеспечения, а также приглашенные зарубежные эксперты. Они обсудили преимущества и перспективы использования CIM в электроэнергетике, интеграцию технологий на базе CIM в деятельность конкретных компаний, в том числе АО «СО ЕЭС», ПАО «РусГидро», ПАО «Россети», опыт пилотных проектов по обмену данными с использованием CIM между Систем-

ным оператором и субъектами отрасли. Участники форума рассмотрели необходимые условия для успешного тиражирования решений по организации информационного обмена на базе CIM в масштабах ЕЭС России, уделив особое внимание разработке национальных стандартов серии ГОСТ Р 58651 в техническом комитете ТК 016/МТК 541 «Электроэнергетика» Росстандарта и перспективам широкого применения этих стандартов для унификации информационного обмена. Одной из тем конференции стал анализ передового зарубежного опыта в сфере обмена технологической информацией на базе CIM.



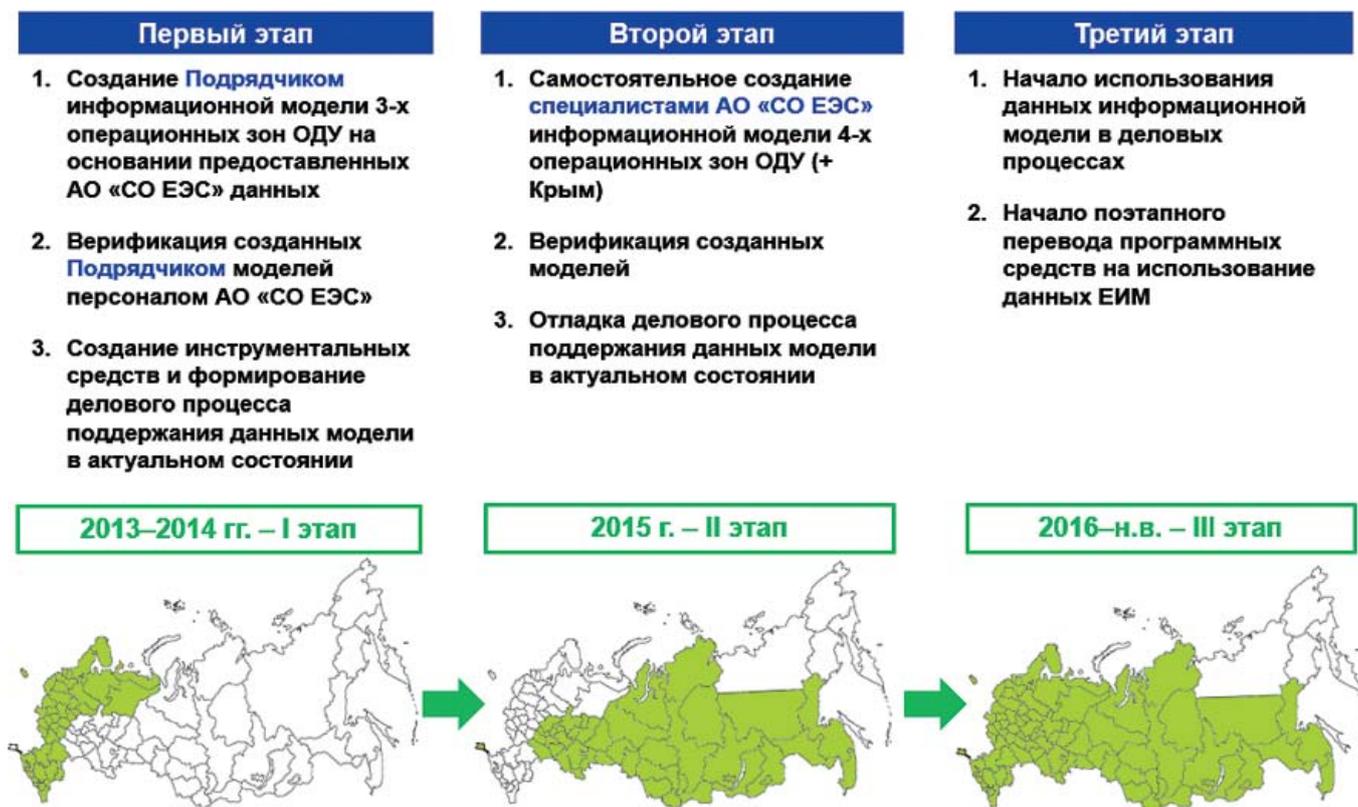


Рис. 4. Этапы создания ЕИМ

Второй этап создания ЕИМ включал в себя инжиниринг данных модели операционных зон ОДУ Урала, ОДУ Средней Волги, ОДУ Сибири и ОДУ Востока. На этом этапе специалисты Системного оператора сразу приступили к самостоятельному созданию модели, что позволило ускорить внедрение модели в эксплуатацию.

Несмотря на то, что первичный инжиниринг данных был выполнен на стороне подрядчика, доработка модели оказалась непростой задачей и потребовала колоссального напряжения и усилий как руководителей, так и специалистов, работающих непосредственно над созданием ЕИМ. Не всегда было легко выявить ошибки и неточности, ведь проверка расчетов осуществлялась также на вновь разработанном ПО, алгоритмы расчетов которого проходили практическую апробацию. Основная тяжесть легла на плечи специалистов технологического функционального блока АО «СО ЕЭС», которые держат информацию об объектах ЕЭС России буквально на кончиках пальцев и понимают конкретные значения тех или

иных параметров, а также цену ошибки при внесении недостоверных данных. Итогом второго этапа стало создание и использование основных деловых процессов Единой информационной модели ЕЭС России.

В 2016 году программный комплекс по управлению ЕИМ был отлажен и введен в работу, также был запущен процесс поддержания модели в актуальном состоянии — процесс внесения изменений и проверки корректности данных.

Стоит подчеркнуть, что создание модели — это длительный, трудоемкий и тяжелый процесс, который Системному оператору все-таки удалось пройти. Первая гипотеза, что, образно говоря, можно пойти в магазин и купить готовый продукт, не подтвердилась. Нужны усилия и кропотливый труд именно тех специалистов, которые эти данные будут в дальнейшем использовать. Потому что та модель, которая не используется регулярно, быстро устаревает, а модель, которая не известна людям, вносящим в нее данные, обычно содержит большое количество ошибок. Только за счет привлечения

к созданию ЕИМ специалистов, которые понимают, что с этой моделью им дальше работать, Системному оператору удалось создать качественный цифровой продукт (рисунок 4).

ВЕРИФИКАЦИЯ И ИНТЕГРАЦИЯ

Для верификации данных модели в Системном операторе была разработана серия формализованных правил проверки данных (рисунок 5). Правила позволяют в автоматизированном режиме (при помощи специального ПО) последовательно проверить данные на совместность, наличие пустых значений, ошибки и опечатки, на превышение допустимых пределов введенной величины. Алгоритм также предусматривает проверку данных в ходе выполнения расчетных задач — расчетов установившихся режимов и оценки состояния, то есть тех режимных задач, которые стали пилотными при внедрении ЕИМ. Если расчет дает какие-то недостоверные значения, то выполняется анализ ошибок, вносятся необходимые изменения и проверка повторяется заново. При этом, при обнаруже-

нии какой-то новой ошибки, оценивается возможность ее формализации в рамках алгоритма, то есть возможность написания соответствующего скрипта для дальнейшей автоматизированной проверки. Постоянная проверка данных обеспечивает качество модели, необходимое для выполнения основных деловых процессов.

Для обеспечения возможности работы с ЕИМ приложений, используемых Системным оператором в деловых процессах, был реализован специальный интеграционный слой. Он позволяет внешним приложениям обращаться за данными ЕИМ и получать результат в формате CIMXML. После реализации интеграционного слоя состоялся перевод на работу с ЕИМ комплексов по формированию перечней объектов диспетчеризации, по работе с диспетчерскими заявками, по формированию плановых графиков ремонтов (рисунок 6). В настоящее время идет процесс перевода на CIM иных комплексов, эксплуатируемых Системным оператором. Поэтапный перевод основного программного обеспечения Системного оператора на работу с информационной моделью позволит достичь целевой модели, в которой существует единый источник НСИ на базе CIM-модели, а информационный обмен между приложениями происходит без



Рис. 5. Верификация данных ЕИМ

многочисленных преобразований данных.

ИТОГИ ПРОЕКТА

Результатом проекта стало создание ЕИМ Единой энергетической системы России в объеме, необходимом для решения задач оперативно-диспетчерского управления. В настоящее время ведутся работы по расширению профиля ЕИМ, идет процесс привязки к модели все большего числа задач, решаемых Системным оператором. Еще одним важным итогом стало внедрение и отладка механизма поддержания единой информационной модели

в актуальном состоянии. В актуализации и проверке данных участвуют все уровни оперативно-диспетчерского управления.

С внедрением ЕИМ создана технологическая основа для внедрения в компании оперативно-информационного комплекса нового поколения, обеспечена возможность перехода на единый источник нормативно-справочной информации для решения технологических задач АО «СО ЕЭС». Успешный опыт создания и эксплуатации Единой информационной модели, которая на текущий момент содержит информацию о 6,6 миллиона именованных объектов, позволил перейти к стандартизации и унификации информационного обмена с субъектами отрасли на базе международных стандартов IEC 61970 и IEC 61968.

На нынешнем этапе первоочередными задачами являются закрепление отработанных принципов создания ЕИМ в национальных стандартах и отраслевых нормативных правовых актах, описание общепромышленных правил моделирования на основе CIM, а также утверждение порядка создания и сопровождения информационной модели электроэнергетики, включающего правила идентификации объектов.

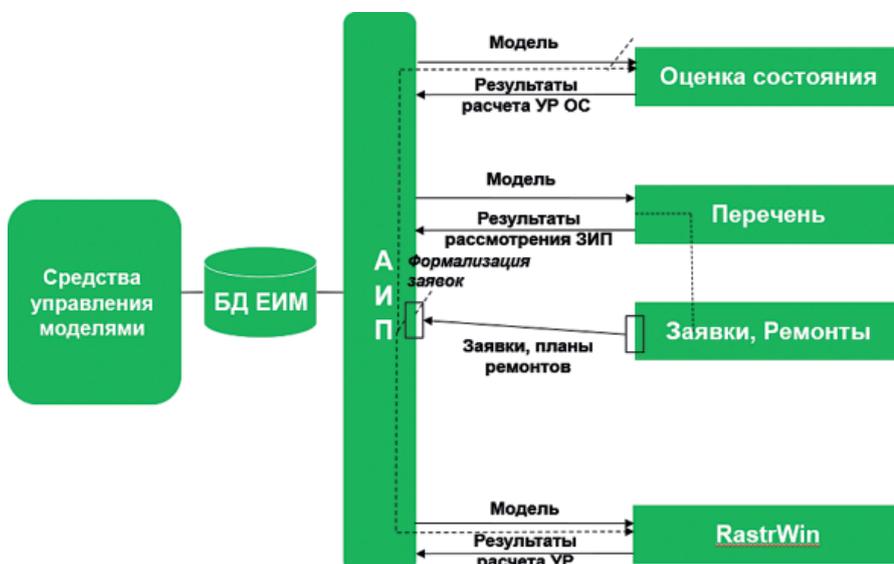


Рис. 6. Интеграция основного ПО Системного оператора с ЕИМ