

УДК 004.9

ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕМ ОЛИМПИЙСКИХ ОБЪЕКТОВ В СОЧИ

Е.Н. Мельник¹, А.Ю. Бадалов¹, Б.Я. Шведин¹, Д.Б. Гвоздев², Л.В. Бузаев³

¹ЗАО «Российская корпорация средств связи» ГК «Ростехнологии», г. Москва, Россия

²Ситуационно-аналитический центр ОАО «Россети», г. Москва, Россия

³Ситуационно-аналитический центр ОАО «ФСК ЕЭС», г. Москва, Россия
bshvedin@dunrose.ru

Аннотация

Рассматривается применение методов и технологий онтологического моделирования при проектировании и внедрении информационных систем центра управления энергоснабжением (ЦУЭ) Сочинского энергорайона, созданного для надежного обеспечения деятельности олимпийских и инфраструктурных объектов. Показано, что такой крупный технологический проект реализовать в достаточно сжатые сроки без использования онтологических моделей было бы практически невозможно. Впервые в проекте ЦУЭ была поставлена и выполнена сложная задача по технологической интеграции множества разнородных энергообъектов, включая магистральные сети, распределительные сети, а также генерацию, тяговые подстанции Российских железных дорог и объекты территориальных сетевых организаций. В качестве базовой использовалась онтологическая модель ВЕОМ. Она послужила основой для разработки конкретных прикладных онтологических моделей и решений.

Ключевые слова: QuaSy-СППР, онтология проектирования, онтологическая модель предприятия, онтологический репозиторий предприятия, SCADA, ЦУЭ

Введение

30 сентября 2013 г. введен в промышленную эксплуатацию не имеющий аналогов комплекс информационно-технологических систем для управления электроснабжением в городе Сочи. Информационные системы (ИС) центра управления электроснабжением (ЦУЭ) Сочинского энергорайона созданы для надежного обеспечения деятельности олимпийских и инфраструктурных объектов. Непосредственным исполнителем проекта являлось ЗАО «Российская корпорация средств связи» («РКСС»), входящее в группу компаний ГК «Ростех». Крупный высокотехнологичный проект реализован в достаточно короткие сроки. От разработки технических решений до начала использования системы на базе ЦУЭ Сочинского энергорайона прошло менее полугода.

1 Назначение центра управления электроснабжением

ЦУЭ предназначен для мониторинга и анализа общей и оперативной обстановки на энергообъектах, задействованных во внешнем электроснабжении олимпийских объектов и объектов инфраструктуры г. Сочи, а также в целях организации взаимодействия и координации действий всех субъектов. ЦУЭ должен обеспечить эффективность и обоснованность принимаемых решений руководителем и членами рабочей группы за счет внедрения инновационных технологий организации, анализа и визуализации информации, критичной для ситуационного управления деятельностью как в повседневном рабочем режиме, так и в чрезвычайных ситуациях.

В ЦУЭ развернут единый комплекс хорошо интегрированных ИС, включая, прежде всего, систему подготовки и принятия решений (СППР), а также основную и резервную систему SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition* - диспетчерское управление и сбор данных).

Задачами функционирования комплекса ИС ЦУЭ являются:

- мониторинг общей и оперативной обстановки. Регулярная подготовка и представление материалов мониторинга в соответствии с положениями Регламента управления электроснабжением олимпийских объектов и принципами взаимодействия между организациями, осуществляющими электроснабжение олимпийских объектов, в период подготовки и проведения XXII Олимпийских зимних игр и XI Паралимпийских зимних игр 2014 г. в городе Сочи;
- анализ, оценка оперативной обстановки на объектах, осуществляющих электроснабжение олимпийских объектов Сочинского региона;
- обеспечение информационно-аналитической поддержки участников рабочей группы;
- взаимодействие с региональными и федеральными органами власти, структурными подразделениями МЧС России, персоналом сетевых компаний и компаний, осуществляющих резервное электроснабжение олимпийских объектов;
- координация действий организаций, эксплуатирующих олимпийские объекты, при возникновении аварий и нестандартных ситуаций в электроустановках олимпийских объектов.

2 СППР центра управления электроснабжением: основные функции

СППР ЦУЭ создана на платформе *QuaSy*-СППР, поставленной ЗАО «РКСС». Методологическую основу *QuaSy*-СППР составляют инновационные интеллектуальные технологии, включая методы онтологического моделирования [1], концепцию системно-ситуационного анализа деятельности [2], экспириентологию, как направление, обеспечивающее структурирование, организацию, накопление и трансляцию опыта, а также язык структурированных сообщений. На этом фундаменте была построена автоматизация процессов сбора, обработки, статистического анализа и наглядного отображения информации о текущей деятельности организаций, осуществляющих электроснабжение олимпийских объектов, включая ведение электронной оперативной документации персоналом ЦУЭ.

QuaSy-СППР построена на основе использования онтологической модели предприятия ВЕОМ (*Business Entity Ontological Model*) [1]. Это значительно сократило время внедрения ИС. В частности были созданы и внедрены классификаторы для субъектов деятельности, включая как персонал, так организационные структуры, вовлеченные в процесс совместной деятельности по обеспечению энергоснабжения олимпиады [3]. Для описания оборудования использовалась прикладная онтологическая модель, рекомендованная международной энергетической комиссией ИЕС 61970 [4].

Следует отметить, что сам процесс проектирования ИС строился на онтологической модели РМОМ (*Project Management Ontological Model*) [5] и подходах, развиваемых в области онтологии проектирования отечественными учеными [6-8].

СППР ЦУЭ обеспечивает выполнение следующих функций:

- получение, хранение, отображение и предварительный анализ регулярных потоковых данных поступающих в виде структурированных сообщений (первичной оперативной информации) с рабочих мест оперативных дежурных ЦУЭ, формируемых на основе языка структурированных сообщений энергетика (ЯССЭ);
- получение, преобразование, анализ регулярных потоков хорошо структурированных сообщений и их классификация, предоставление отчетов по оперативной обстановке на

различные уровни принятия решения в интересах получения целостной картины объективно складывающейся обстановки;

- ведение и поддержание в актуальном состоянии базы данных (БД) объектов электроэнергетики ПС и ЛЭП – подстанций и линий электропередач - в соответствии с согласованным информационным профилем оборудования с соответствующим реестром атрибутов;
- ведение БД субъектов деятельности на основе задаче-ориентированного классификатора субъектов деятельности в интересах принятия решения и организации деятельности пользователей СППР;
- создание, хранение, развитие и непосредственное использование в практической деятельности БД терминов, синтаксических правил, типовых словосочетаний и правил автосинтаксиса для ведения оперативных журналов ЦУЭ;
- визуализация и структурированное описание схем электрических соединений ПС и ЛЭП;
- проектирование, разработка и визуализация моделей организации деятельности предприятия и принятия решения, с возможностью последующей их конвертации в объекты БД;
- организация деятельности персонала ЦУЭ посредством автоматизации процесса ведения оперативных журналов членов рабочей группы ЦУЭ;
- отображение геоинформационных данных посредством взаимодействия с региональным узлом ГИС (геоинформационной системы), установленным в ЦУЭ;
- ведение БД по оборудованию, находящемуся в аварийном резерве в Сочинском регионе;
- мониторинг передвижения оперативно-выездных бригад (ОВБ) и ремонтных бригад с использованием мобильных систем и отображением на карте в режиме реального времени;
- мониторинг производственного автотранспорта с использованием мобильных систем и отображением на карте в режиме реального времени;
- интеграция всех систем, обмен информацией о возникновении нештатных ситуаций, аварийных отключений независимо от природы ее возникновения.

3 СППР центра управления электроснабжением: архитектура

Архитектура СППР является сетевой распределенной. Выделяется серверная и клиентская часть комплекса. Серверная часть отвечает за хранение всех общих ресурсов и реализацию всей общей прикладной функциональности, а клиентская часть обеспечивает одновременный многопользовательский доступ к ресурсам и функциям сервера для решения частных задач. Клиентская часть системы включает в себя стационарные и переносные автоматизированные рабочие места (АРМ) для локальных пользователей, стационарные АРМ для удаленных пользователей и мобильные АРМ для удаленных пользователей.

В состав системы СППР входят следующие подсистемы.

- 1) *QuaSy*-СППР: Сервер сообщений - подсистема сервера сообщений.
- 2) *QuaSy*-СППР: Мониторинг - подсистема мониторинга обстановки.
- 3) *QuaSy*-СППР: Объекты - подсистема учёта и ведения объектов электроэнергетики.
- 4) *QuaSy*-СППР: Субъекты - подсистема учёта и ведения субъектов деятельности.
- 5) *QuaSy*-СППР: ЯССЭ - подсистема ведения ЯССЭ.
- 6) *QuaSy*-СППР: *ConFrame-Electric* - подсистема разработки, визуализации и поддержания в актуальном состоянии схем электрических соединений, связанных с БД объектов электроэнергетики.
- 7) *QuaSy*-СППР: *ConFrame-BI* - подсистема разработки, визуализации моделей организации деятельности предприятия по задачам.
- 8) *QuaSy*-СППР: ОЖУР ЦУС - подсистема ведения оперативных журналов (ОЖУР) центра управления сетями (ЦУС):

- *QuaSy*-СППР: ОЖУР-ЦУС - для ЦУЭ,
 - *QuaSy*-СППР: ОЖУР-ЦУС - для мобильного ситуационно-аналитического центра (САЦ),
 - *QuaSy*-СППР: ОЖУР-ЦУС - для оперативно-диспетчерской службы (ОДС),
 - *QuaSy*-СППР: ОЖУР-ЦУС - для распределительных сетей (РС),
 - *QuaSy*-СППР: ОЖУР-ЦУС - для основных потребителей электроэнергии (ОПЭ);
- 9) *QuaSy*-СППР: ОЖУР ПС - подсистема ведения ОЖУР ПС;
- 10) *QuaSy*-СППР: ОЖУР ОВБ - подсистема ведения ОЖУР ОВБ;
- 11) *QuaSy*-СППР: МИТЭ - подсистема организации передачи данных (структурированных сообщений) с помощью коммуникаторов оперативного персонала ПС (мобильный индивидуальный терминал энергетика - МИТЭ);
- 12) *QuaSy*-СППР: СИТЭ - подсистема организации передачи данных (структурированных сообщений) с помощью стационарных АРМ оперативного персонала (стационарный индивидуальный терминал энергетика - СИТЭ).

Сервер сообщений предназначен для получения, хранения, отображения и предварительного анализа регулярных потоковых данных поступающих в виде структурированных сообщений (первичной оперативной информации) с мобильных и стационарных АРМ оперативного и диспетчерского персонала, формируемых на основе ЯССЭ.

Поток структурированных сообщений организован на основе ЯССЭ, который является частным случаем языка организации совместной деятельности *LOCA (Language for Organizing Common Activity)*. Следует отметить, что неотъемлемой частью ЯССЭ является строгое использование диспетчерских наименований объектов и оборудования, которые соответственно хранятся в смириванной¹ (СІМ ІЕС) БД. Структурированные сообщения формируются оперативным, оперативно-техническим и административным персоналом с помощью таких инструментов как ОЖУР (ОЖУР-ПС, ОЖУР-ОДГ, ОЖУР-ЦУС, ОЖУР-ЦУЭ). Также для этого могут использоваться СИТЭ и МИТЭ, которыми был оснащен оперативный персонал подстанций, центров управления сетями, оперативных диспетчерских групп и ОВБ. ОЖУР, СИТЭ и МИТЭ организованы в сетевую структуру, которой можно управлять, превращая ее при необходимости в иерархически организованную систему источников потоковой структурированной информации.

4 СППР ЦУЭ: мониторинг нештатных ситуаций

Концепция системно-ситуационного анализа деятельности (ССАД) позволила применить технологию регистрации и визуализации нештатных ситуаций в соответствии с утвержденной типологией во временной динамике. Оперативный персонал и руководство получили своего рода сжатый, наглядный ситуационный отчет. Эпюра нештатной ситуации показана на рисунке 1. Она формируется на любом уровне, начиная с дежурного инженера подстанции и заканчивая оперативным дежурным ЦУЭ или руководителем смены ЦУЭ. Таким образом, процесс оценки ситуации, принятия решения и исполнительских действий итерационно фиксируется системой.

Мультиоконный интерфейс мониторинга сообщений, показанный на рисунке 2, обеспечивает получение, преобразование, анализ и визуализацию регулярных потоков хорошо структурированных сообщений. Оперативный персонал получает комплексную осведомленность и визуализацию обстановки по объектам, субъектам, ситуациям.

¹ Смириванной, значит построенной на основе прикладной онтологической модели СІМ ІЕС (*Common Information Model International Electrotechnical Commission*).

Специально для руководства сетевого комплекса было разработано планшетное приложение с возможностью наглядного представления в стилизованной форме общей и оперативной обстановки в виде иконографической матрицы по всем олимпийским объектам (см. рисунок 3). Для мониторинга обстановки руководству подавалась только наиболее значимая информация. Сообщение о нарушении энергоснабжения того или иного объекта было доступным при нажатии на соответствующий знак. В красном круге показано количество сообщений.

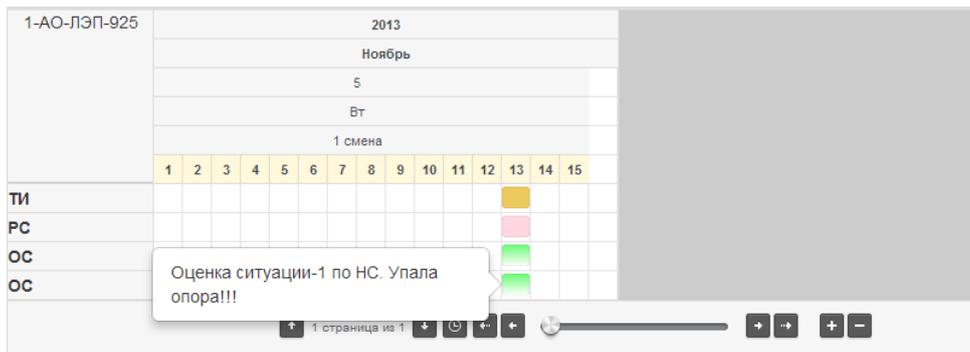


Рисунок 1 - Эпюра нештатной ситуации. Опция ОЖУР-ОД ЦУЭ

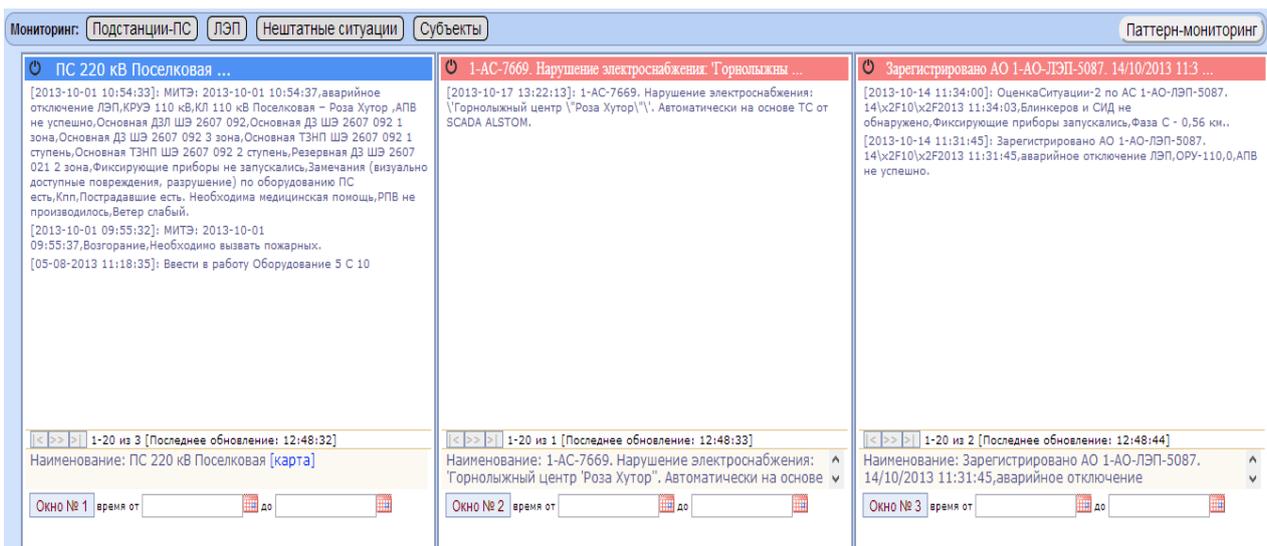


Рисунок 2 - Мультиоконный интерфейс мониторинга сообщений ЦУЭ

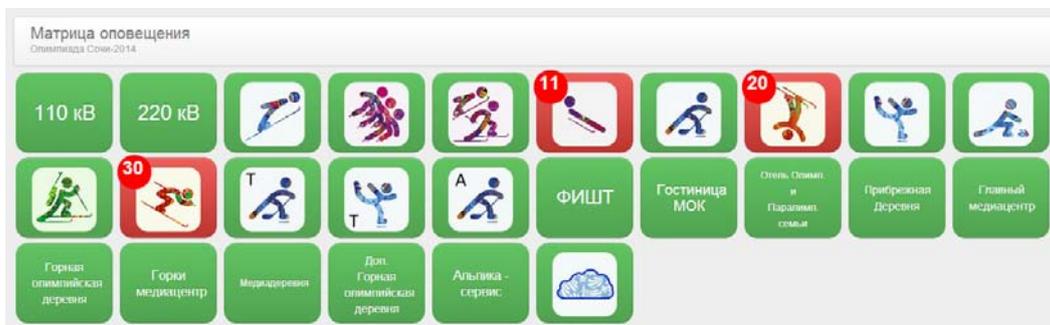


Рисунок 3 - Иконографическая матрица оповещения для руководства

5 СППР ЦУЭ: онтологически ориентированная подсистема учёта и ведения субъектов деятельности

Программное приложение Q: Субъекты состоит из репозитариев, которые взаимодействуют между собой и позволяют использовать БД в интересах обеспечения функционирования всех приложений *QuaSy*-СППР, включая ОЖУР. Структурная схема представлена на рисунке 4.

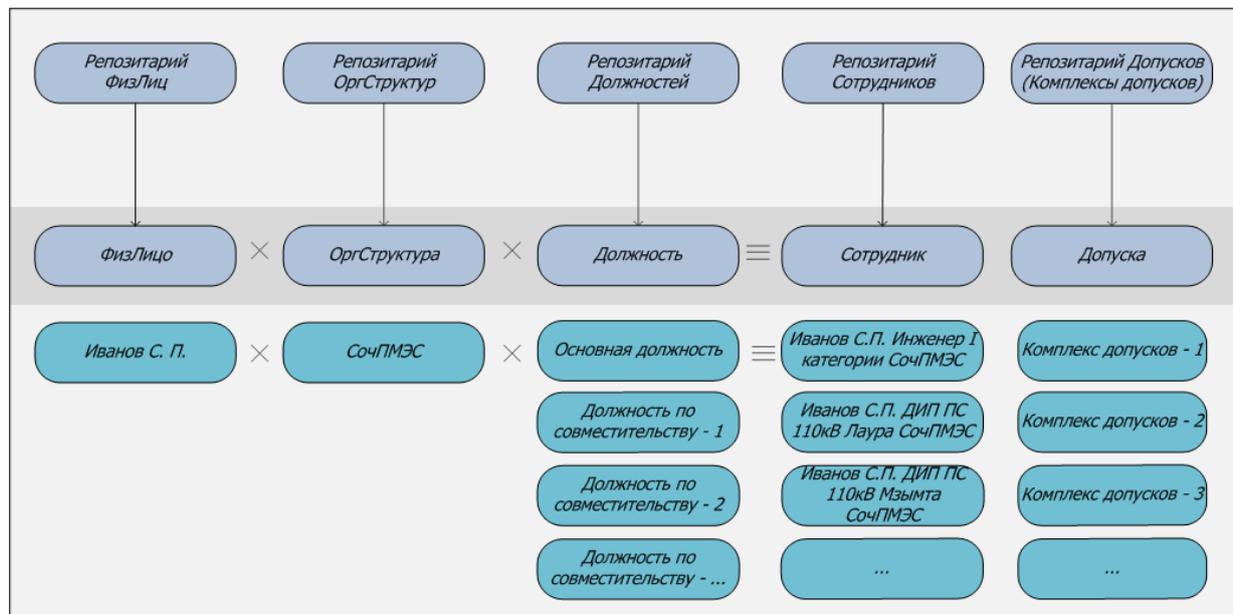


Рисунок 4 - Репозитарии субъектов деятельности

Структура БД учитывает организационную структуру и штатное расписание предприятия-заказчика и состоит из разделов, каждый из которых включает в себя соответствующие листинги (репозитарии). Приложение Q: Субъекты «понимает» взаимосвязи между структурными подразделениями предприятия и использует данную информацию при формировании отчетов, ведении журналов и выполнении прочих действий с другими приложениями *QuaSy*-СППР, обращающимися к данной информации. В режиме реального времени приложение актуализирует информацию об организационной структуре и персонале предприятия. В частности, на рисунке 5 показан экран репозитария организационных структур.

		#	Наименование
<input type="checkbox"/>		1	МЭС Волги
<input type="checkbox"/>		2	МЭС Востока
<input type="checkbox"/>		3	МЭС Западной Сибири
<input type="checkbox"/>		4	МЭС Сибири
<input type="checkbox"/>		5	МЭС ЮГА
<input type="checkbox"/>		6	МЭС Центра
<input type="checkbox"/>		7	МЭС Северо-Запада
<input type="checkbox"/>		8	МЭС Урала

Рисунок 5 - Репозитарий организационных структур

Войдя в репозиторий «Организационная структура», пользователь, наделённый соответствующими правами, имеет возможность проводить действия по управлению им в соответствии с регламентом, установленным на предприятии. Существуют также репозитории физических лиц и должностей. Репозиторий сотрудников используется для учёта и ведения сотрудников, работающих на предприятии. Для каждого сотрудника предприятия создается уникальная структурированная учётная запись, в которой соединяется информация из репозитория физических лиц и репозитория должностей, а также осуществляется привязка к конкретной организационной структуре предприятия.

Например: Физическое лицо (Иванов И.И) + Должность (директор)+ Оргструктура (Сочинское ПМЭС) = Сотрудник (Директор Сочинского ПМЭС Иванов И.И). Также для каждого сотрудника предусмотрен учет имеющихся у него прав и допусков, которые выбираются из соответствующего репозитория.

6 СППР ЦУЭ: онтологически ориентированные подсистемы учёта и ведения объектов и оборудования

Программное приложение Q: Объекты предназначено для организации и ведения единой унифицированной БД оборудования и объектов электроэнергетики в соответствии с требованиями и стандартами СИМ-модели. Оно рассчитано для использования компаниями и структурами предприятий, осуществляющих эксплуатацию объектов электроэнергетики, и относится к классу систем наследования опыта *QuaSy*.

6.1 Основные функции

- Обеспечивает создание БД ПС, ЛЭП, РУ, присоединений и оборудования в соответствии с требованиями СИМ-модели (IEC 61850, IEC 61970, IEC 61968).
- Обеспечивает ведение и поддержание в актуальном состоянии СИМ-ориентированных (учитывающих требования стандартов IEC 61850, IEC 61970, IEC 61968) БД оборудования и объектов электроэнергетики (ПС, ЛЭП, РУ, присоединений) с реестром атрибутов, необходимых для оперативного и ситуационного управления, моделирования сетей, внедрения EMS- и DMS-приложений, интегрированных с моделлером схем электрических соединений.
- Обеспечивает однозначное именование объектов электроэнергетики и оборудования, в соответствии с действующими методическими указаниями, нормативно-технической документацией и регламентирующими документами.
- Обеспечивает возможность актуализации БД-объектов электроэнергетики и оборудования в режиме реального времени силами оперативного и технического персонала предприятий.
- Позволяет осуществлять семантическую интеграцию с любыми внешними системами.
- Является единым унифицированным источником информации о состоянии нетелемеханизированной коммутационной аппаратуры.
- Позволяет организовать единую унифицированную БД телеметрии, связанную с семантическими идентификатором оборудования, хранить профиль телеметрии и восстанавливать его при необходимости, в случае возникновения аварийной ситуации.

6.2 Особенности

- Является удобным инструментом для работы оперативного и технического персонала предприятий.

- Позволяет получать значительный объем информации, необходимой для организации производственной деятельности.
- Позволяет накапливать сведения о ремонтах, профилактических осмотрах, текущем состоянии оборудования, производить учёт коммутационного ресурса оборудования.
- С помощью федератора данных² [9] обеспечивает семантическую интеграцию с любыми другими внешними системами (SCADA-системы, системы управления активами).
- Генератор семантических идентификаторов ID оборудования позволяет генерировать ID, с ограниченным числом разрядов, необходимых для семантической интеграции.

6.3 Структура

Структура БД выполнена в соответствии с требованиями и стандартами CIM-модели, и состоит из уровней, каждый из которых включает в себя соответствующие листинги. Листинг - перечень структурированных учетных записей в виде конфигурационных файлов для всех объектов данного уровня.

Конфигурационный файл объекта электроэнергетики - хорошо структурированное описание объекта электроэнергетики, в основе которого лежит соответствующий классификатор, построенный на основе CIM-модели и содержащий в себе перечень необходимых атрибутов, которые используются при решении различных задач в области электроэнергетики, преимущественно в области оперативно-технологического управления, технического обслуживания, ремонта и т.д. (см. рисунок 6). Многие производители оборудования для предприятий электроэнергетики не придерживаются четкого стандарта и отражают в паспортных данных оборудования информацию, которая не имеет единой для всех производителей данного вида оборудования структуры и классификации. Поэтому в конфигурационных файлах объектов электроэнергетики присутствует только та информация, которая необходима для решения конкретных функциональных задач в соответствующих областях.

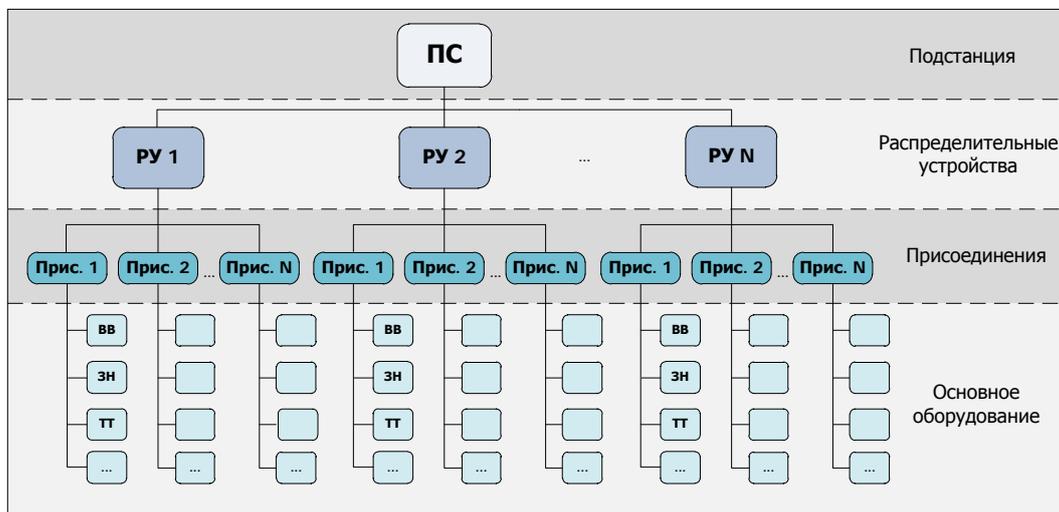


Рисунок 6 - Структура БД Q: Объекты

² Есть такое понятие как системная интеграция, которое по определению базируется сугубо на технологических методах и приемах. Например, SOA. При этом полностью или частично игнорируется понимание необходимости семантической интеграции данных. Поэтому механическая или чисто техническая интеграция двух и, тем более, нескольких информационных систем привела к значительным проблемам и затратам ресурсов в мировой ИТ. Альтернативу предложили онтологи. Параллельно, вместо и вместе с системной интеграции предложено использовать семантическую интеграцию данных, которая строго базируется на онтологических моделях. Поэтому для выделения нового подхода был предложен и новый термин «data federator» - федератор данных.

В значительной степени конфигурационные файлы объектов электроэнергетики опираются на паспортные данные оборудования и объектов, но они отличаются от паспортов, т.к. не содержат избыточных данных, предназначенных для решения непрофильных задач, и позволяют оперативному и техническому персоналу предприятия-заказчика самостоятельно, в режиме реального времени актуализировать информацию.

Пример того, как выглядит структурирование данных при формировании конфигурационного файла подстанции, показан на рисунке 7.

Рисунок 7 - Конфигурационный файл подстанции

ConFrame-Electric³ – инструмент визуализации и поддержания в актуальном состоянии схем электрических соединений, связанных с БД объектов электроэнергетики. Является графическим инструментом для моделирования схем электрических соединений электроэнергетических систем. Обеспечивает визуализацию и структурированное описание однолинейных схем электрических соединений подстанций. Позволяет разрабатывать и вести БД схем электрических соединений, распределительных устройств, присоединений и составляющих их элементов, включая описание необходимых атрибутов, а также связывать схемы электрических соединений и их элементы с соответствующими объектами БД, отображающими их структурированное описание. Является Web-ориентированным средством, позволяющим как проводить его интеграцию в любое Web-приложение, так и использовать в качестве отдель-

³ «ConFrame» - торговая марка активно применяемого семейства разрабатываемых программных продуктов. Полностью читается как *Conceptual Framework* - концептуальная структура, рамка, фрейм, каркас.

ного самостоятельного приложения. В качестве примера на рисунке 8 представлена нормальная схема электрических соединений ПС 110 кВ «Кудепста», выполненная средствами ConFrame-Electric.

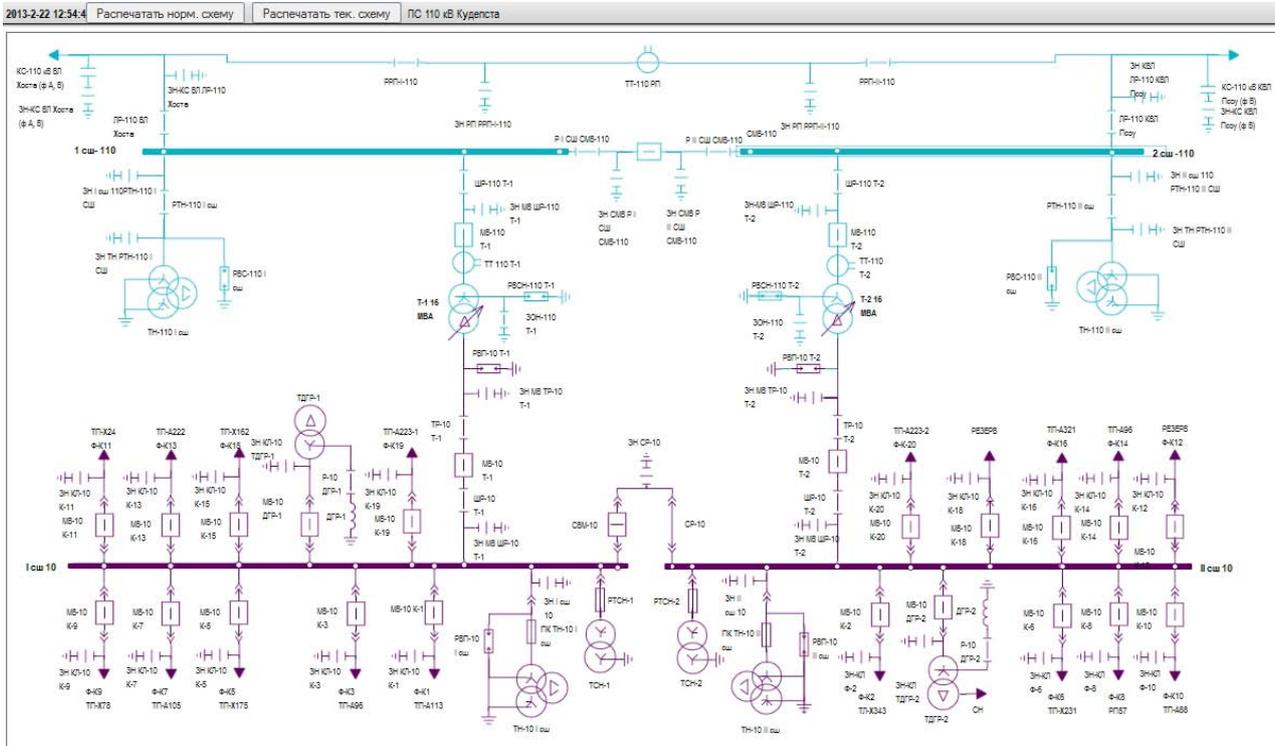


Рисунок 8 - Нормальная схема электрических соединений ПС 110 кВ «Кудепста»

ConFrame-VI – графический инструмент для проектирования, разработки и визуализации моделей организации деятельности предприятия и принятия решения ЛПР с возможностью последующей их конвертации в объекты БД. Включает средства для разработки классификаторов и таксономий, мереотопологических деревьев задач⁴, описания моделей организации деятельности. Используется для визуализации и структурированного описания моделей деятельности предприятий и принятия решения с помощью средств ConFrame. Позволяет разрабатывать классификаторы, таксономии для субъектов и объектов делового оборота, строить мереотопологические деревья задач, структурировать отношения делового оборота, связывать их с соответствующими БД. Предоставляет возможность строить и визуализировать модели организации деятельности предприятия по задачам, создавать и описывать хорошо структурированные модели инфраструктурного пространства и тайминга. Является Web-ориентированным средством, позволяющим как проводить его интеграцию в любое Web-приложение, так и использовать в качестве отдельного самостоятельного приложения.

⁴ Мереотопология начинается с теорий Уайтхеда (A.N. Whitehead), который развил теорию взаимоотношений «часть-целое», связав ее с топологическими понятиями типа смежности (примыкания) и связи. В формальную онтологию термин мереотопология впервые был введен Барри Смитом (Barry Smith) в 1996 г. Мереотопология рассматривается им как формальная теория, объединяющая в себе мереологию (учение о частях и целом) и топологию (отношения между частями и целым).

Мереотопологическое дерево задач (Mereotopological Task Tree - MTT) - это единая, органически целостная трехмерная гетерогенная архитектура (структура) задач предприятия, отражающая их вертикально и горизонтально ориентированное упорядочивание, а также все возможные онтологически значимые отношения между задачами. Кроме того, мереотопологическое дерево задач рассматривается нами как разновидность определенного топологического пространства. Топологическое пространство - это своего рода обобщение понятия геометрической фигуры, в котором мы отвлекаемся от свойств наподобие размера или точного положения частей фигуры в пространстве и сосредотачиваемся только на взаимном расположении частей.

7 СППР ЦУЭ: задаче-ориентированные оперативные электронные журналы семейства ОЖУР

ОЖУР ЦУС – подсистема ведения оперативных журналов центра управления сетями.

Журналы ОЖУР построены в соответствии с задаче-ориентированным подходом и предназначены для организации деятельности персонала. При этом сокращается время передачи и получения информации, происходит минимизация ошибок персонала, появляется возможность для осуществления контроля за ситуацией на ПС и ЛЭП, входящих в зону ответственности ЦУЭ путем организации обмена регулярными потоковыми данными между оперативными журналами всех уровней в режиме реального времени, а также формирования отчетов, необходимых при принятии решения.

В основу ОЖУР-ЦУС положена структура решаемых задач, как в рабочем режиме, так и в аварийных ситуациях. Каждая запись, попадающая в ОЖУР-ЦУС, структурируется по задачам, решаемым оперативным персоналом, субъектам и объектам делового оборота. Для каждой отдельной задачи разработана своя проформа структурированной учетной записи, позволяющая регистрировать конкретные события и ситуации в соответствии с определенной типологией задач. ОЖУР-ЦУС позволяет фиксировать действия оперативной дежурной смены в виде записей, контролировать состояние объекта и выполнять другие функции, имеющие отношение к работе оперативной дежурной смены ЦУЭ. Выдержка текущих записей, ведущихся в оперативном электронном журнале дежурного электромонтера подстанции ПС 110 кВ «Изумрудная» с соответствующими отметками о квитировании полученных сообщений представлена на рисунке 9.

Дата записи	Дата события	От кого	Кому	Задача	Содержание	Визы, замечания руководящего персонала	О	П	В
05/11/2013 11:18:09	05/11/2013 08:49:33	Гуляев А. А. (Электромонтер по обслуживанию подстанций 6 разряда ПС 110 кВ Изумрудная)	ОДС Кубанского РДУ Минкевич Н. П. (Ст. ДД ОДС)	Рабочий режим • Учет опер. переговоров • Рапорты • Отданные	Рапорт с ПС 110 кВ Изумрудная. - по телефону -		✓	✓	✓
05/11/2013 11:16:01	05/11/2013 08:47:04	Гуляев А. А. (Электромонтер по обслуживанию подстанций 6 разряда ПС 110 кВ Изумрудная)	Имеретинская ОДГ ЦУС Шинкаренко Е. Н. (Руководитель Имеретинской ОДГ ЦУС)	Рабочий режим • Учет опер. переговоров • Рапорты • Отданные	Рапорт с ПС 110 кВ Изумрудная. - по телефону -		✓	✓	✓
05/11/2013 11:13:16	02/11/2013 12:08:22	Служба подстанций Молчанов А. В. (Электромонтер по обслуживанию подстанций 6 разряда ПС 110 кВ Изумрудная)		Рабочий режим • Учет работ по нарядам и распоряжениям • Учет по нарядам-допускам	Наряд-допуск №91. Вид допуска: Первичный. Производитель работ: Ключников Н.А.. Ответственный руководитель работ не назначается. Место проведения работ: Каб. полугтаж. Количественный состав бригады: 7. Поручается: Прокладка кабелей вновь монтируемых КЛ-10кВ, гидроизоляция кабельных вводов в кабельных приемках. Наряд-допуск прикрыт 2013-11-02 18:30:13. Наряд-допуск возобновлен 05/11/2013 11:12:59. Наряд-допуск завершен 2013-11-02 18:30:13.		✓	✓	✓
05/11/2013 11:12:59	02/11/2013 12:08:22	Служба подстанций Молчанов А. В. (Электромонтер по обслуживанию подстанций 6 разряда ПС 110 кВ Изумрудная)		Рабочий режим • Учет работ по нарядам и распоряжениям • Учет по нарядам-допускам	Наряд-допуск №91. Вид допуска: Первичный. Производитель работ: Ключников Н.А.. Ответственный руководитель работ не назначается. Место проведения работ: Каб. полугтаж. Количественный состав бригады: 7. Поручается: Прокладка кабелей вновь монтируемых КЛ-10кВ, гидроизоляция кабельных вводов в кабельных приемках. Наряд-допуск прикрыт 2013-11-02 18:30:13.		✓	✓	✓
05/11/2013	05/11/2013	Гуляев А. А. (Электромонтер по обслуживанию)	Центр управления сетями	Рабочий режим • Учет опер. переговоров •	Рапорт с ПС 110 кВ Изумрудная.		✓	✓	✓

Рисунок 9 - ОЖУР ПС 110 кВ «Изумрудная»

Подсистема ОЖУР ОВБ построена так же в соответствии с задаче-ориентированным подходом и предназначена для организации деятельности оперативного персонала ОВБ, своевременного предоставления критически важной для организации контроля за ситуацией на объектах распределительной сети путем организации обмена регулярными потоковыми данными между оперативными журналами ОВБ и вышестоящего ЦУС в режиме реального времени и формирования соответствующих отчетов.

МИТЭ позволяет организовать передачу данных (структурированных сообщений) с помощью коммуникаторов (планшетов) оперативного персонала ПС. Предоставляет возможность формировать и передавать сообщения с использованием информационных профилей оборудования конкретных ПС или ЛЭП. Сообщения формируются в диалоговом режиме с использованием автосинтаксиса в соответствии с определенным алгоритмом.

8 СППР ЦУЭ: визуализация и использование геоинформационных систем

СППР позволяет работать с геоинформационными данными. В ГИС СППР могут импортироваться данные из внешних ГИС. Все данные консолидируются и посредством интеграционных сервисов передаются в смежные SCADA-системы. Дополнительно интеграционные сервисы позволяют в оперативном режиме отображать данные, отчеты, схемы из СППР ОСАЦ на географической карте. Так же в подсистему ГИС поступает информация о местоположении ТС и оперативных бригад (см. рисунок 10).

Интерфейс системы СППР позволяет легко перемещаться по карте, на которой доступны все объекты, которые необходимо находить и наблюдать при обеспечении мониторинга общей и оперативной обстановки. На рисунке 11 показан интерфейс выбора наблюдаемого объекта.

Визуализация зон мониторинга показана на рисунке 12. Для обеспечения полной визуализации зон мониторинга возможно вывести на интерфейс СППР как все зоны мониторинга одновременно, так и по отдельности. В зависимости от степени важности, каждая из зон выделяется на карте определенным цветом (правило светофора). Зеленый цвет – менее важно, желтый цвет – важно, красный цвет – наиболее важно.

В зависимости от изменения масштаба, на карте появляются дополнительные объекты. И чем крупнее масштаб, тем более мелкие объекты доступны для мониторинга.

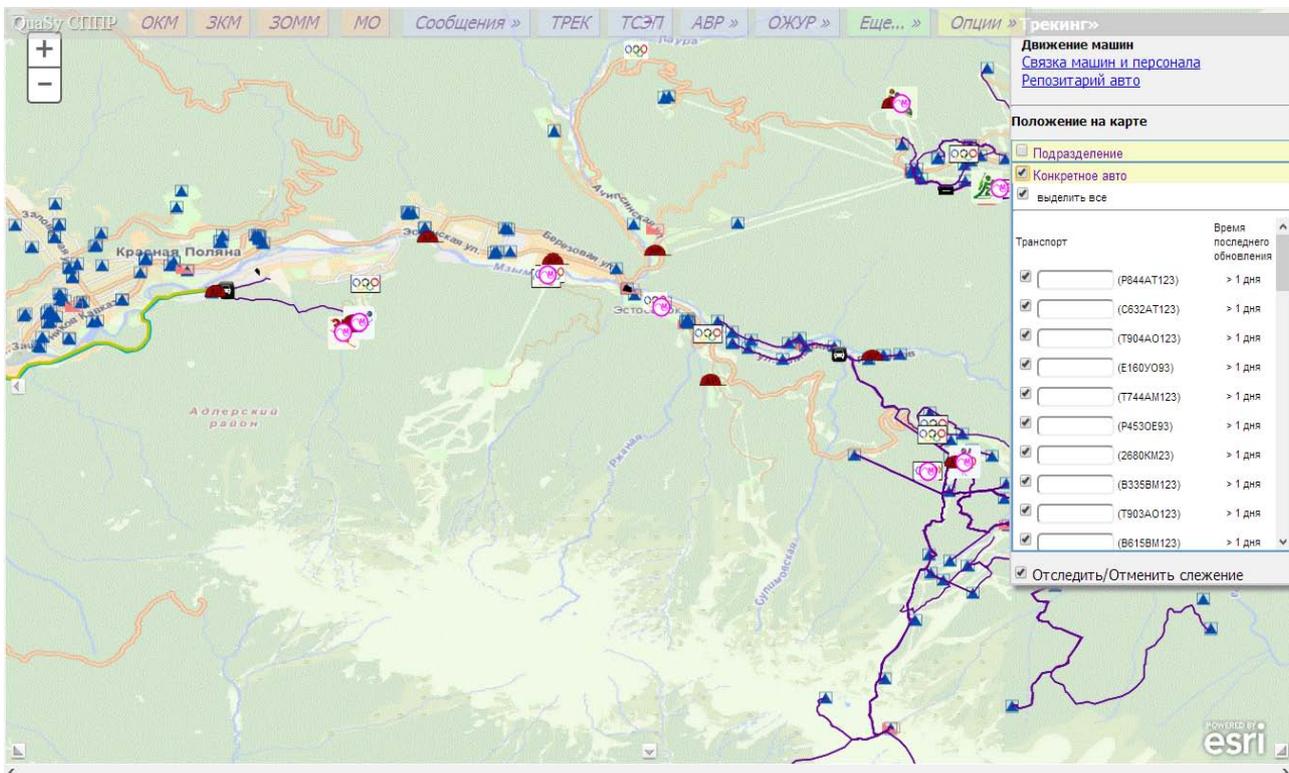


Рисунок 10 - Фрагмент базового интерфейса-карты ЦУЭ. Контроль движения транспортных средств

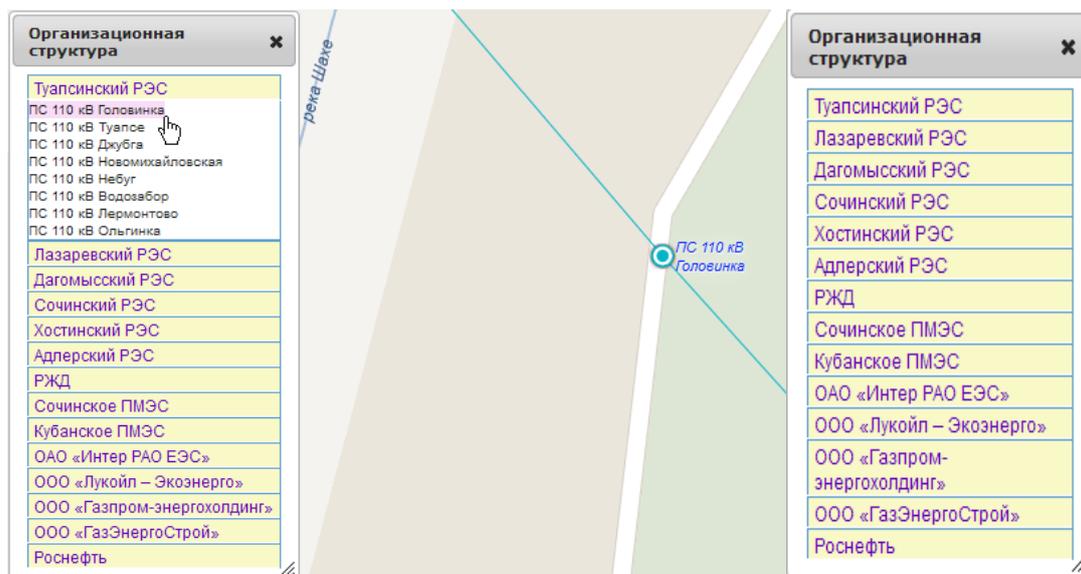


Рисунок 11 - Интерфейс выбора наблюдаемого объекта

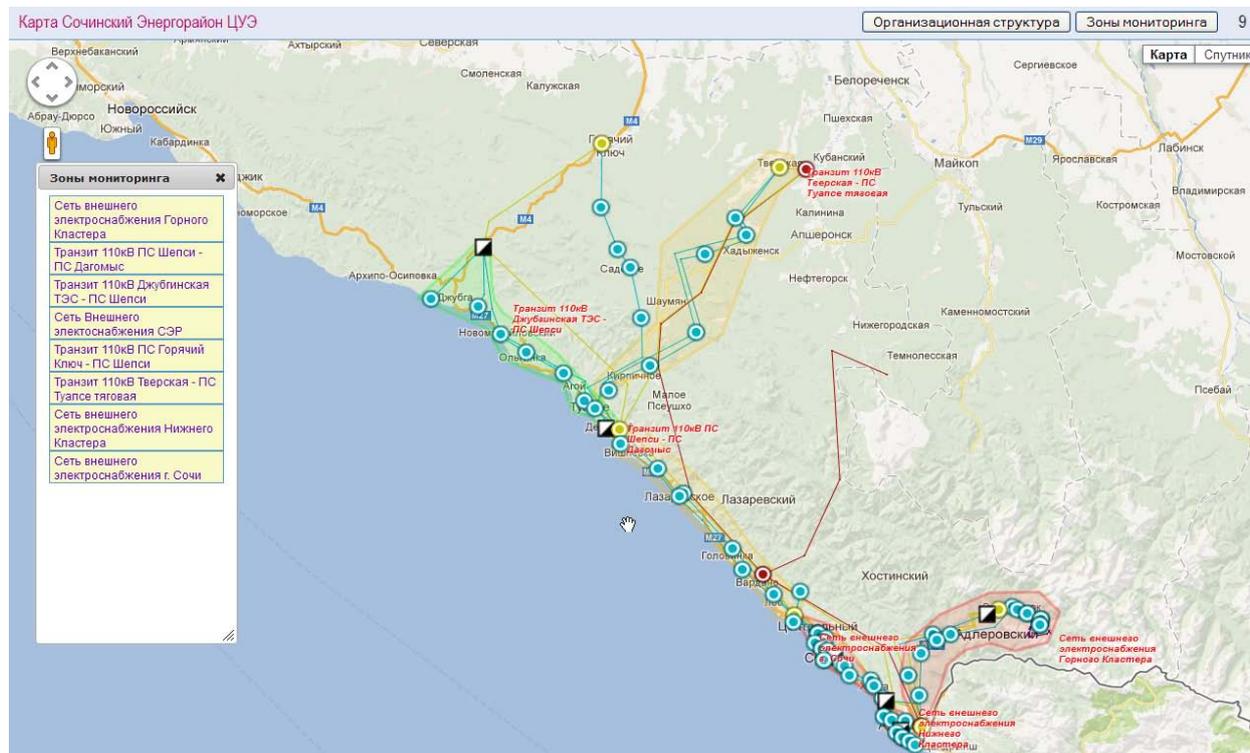


Рисунок 12 - Интерфейс зон мониторинга

9 СППР ЦУЭ: интеграция с системами SCADA

Основная система SCADA обеспечивает мониторинг и отображение схем и электрического режима работы Сочинского энергорайона Кубанской энергосистемы и состояние оборудования (основная SCADA-1). Впервые в практике отечественной электроэнергетики введена в эксплуатацию система SCADA-EMS e-terraplatform производства компании ALSTOM. Данная SCADA-EMS является мировым лидером в разработке и реализации EMS-решений. Следует отметить, что впервые внедрена SCADA-EMS, построенная на базе данных оборуду-

дования в соответствии со стандартами IEC (CIM). Поток обрабатываемой телеметрии строго привязан к БД оборудования и опирается на нее.

Особое внимание оперативного персонала ЦУЭ вызвала технология e-terravision (SA-ситуационная осведомленность). Это первое внедрение данного решения в России, которое, нужно отметить, является инновационным не только для нас, но и для мировой практики.

SCADA-EMS e-terrplatform позволит в перспективе осуществлять функциональное масштабирование и развернуть EMS-приложения любой степени сложности.

В данном проекте впервые была применена инновационная технология дата-инжиниринга для обеспечения функционирования SCADA EMS e-terrplatform. Основой данного инновационного дата-инжиниринга явилось использование единой унифицированной симированной (т.е. построенной на основе CIM-модели – прикладной онтологии) БД оборудования, которая изначально создавалась с помощью таких приложений, как *QuaSy-СППР*: ConFrame-Electric 2.0, ConFrame-Electric Federator и *QuaSy-Объекты*. Данный подход позволил сократить время на дата-инжиниринг и значительно уменьшить количество ошибок.

Резервная SCADA Syndis была поставлена компанией ООО НПП «Микроника». При этом впервые использовался такой инновационный инструмент, как виртуальный концентратор (центр приема-передачи сообщений), который позволил программным путем организовать поток телеметрии. Также была осуществлена интеграция резервной SCADA и СППР. Резервная система обеспечивает мониторинг и отображение схем и режимов работы Сочинского энергорайона Кубанской энергосистемы и состояние оборудования.

В проекте ЦУЭ впервые была применена технология семантической интеграции между SCADA-EMS e-terrplatform и *QuaSy-СППР* за счет использования такого инструмента, как *QuaSy ConFrame-Electric Federator*. Семантическая интеграция осуществлялась с помощью генератора семантических ID для всего оборудования, а также для всего потока телеметрии. Таким образом, каждый телесигнал и телеизмерение имели не только адрес, но и семантический ID. Для интеграции с SCADA Syndis использовались только внутренние ID самой системы. При ручном управлении коммутационной аппаратурой соответствующие телесигналы поступали из СППР в основную и резервную системы SCADA, как из единого источника. С другой стороны, телесигналы, сформированные в основной и резервной SCADA-системах, поступают для анализа в СППР. На рисунке 13 показан рабочий интерфейс оперативного дежурного ЦУЭ, на котором отчетливо видно, как телеинформация поступает от SCADA Alstom и SCADA Syndis.

Дата записи	Дата события	От кого	Кому	Задача	Содержание	Визы, замечания руководящего персонала	О	Отобраз. в ЗОММ
05/11/2013 14:40:47	05/11/2013 14:40:47			Рабочий режим - Учёт переключений	Телеинформация от резервной склады (SYNDIS). На подстанции ПС 220 кВ Псоу зарегистрировано переключение оборудования В 110 Куделста в положение включено (нормальное состояние - включено)		✓	
05/11/2013 14:40:47	05/11/2013 14:40:47			Рабочий режим - Учёт переключений	Телеинформация от основной склады (ALSTOM). На подстанции ПС 220 кВ Псоу зарегистрировано переключение оборудования В 110 Куделста в положение включено (нормальное состояние - включено)		✓	
05/11/2013 14:39:27	05/11/2013 14:39:27			Рабочий режим - Учёт переключений	Телеинформация от основной склады (ALSTOM). На подстанции ПС 220 кВ Псоу зарегистрировано переключение оборудования В 110 Куделста в положение отключено (нормальное состояние - включено)		✓	
05/11/2013 14:39:26	05/11/2013 14:39:26			Рабочий режим - Учёт переключений	Телеинформация от резервной склады (SYNDIS). На подстанции ПС 220 кВ Псоу зарегистрировано переключение оборудования В 110 Куделста в положение отключено (нормальное состояние - включено)		✓	

Рисунок 13 - Интерфейс ОЖУР-ОД ЦУЭ; интеграция СППР, SCADA Alstom и SCADA Syndis

Заключение

Перефразируя мысль Бориса Пастернака о поэзии, можно сказать, что онтология - это та величайшая из вершин, которая валяется у нас в ногах, в траве, и нужно только нагнуться, чтобы поднять ее. Сила и нищета онтологии проявляется в конкретных прикладных проектах, и чем сложнее проект, тем больше она оказывается востребованной. Не случайно Марио Бунге в качестве синонима онтологии использовал словосочетание «фурнитура мира» («*The Furniture of the World*») [10]. Энергетика это та область, где необходимость онтологического моделирования является более чем очевидной. Фурнитура мира энергетики - это и тематика построения единого федерального регистра объектов энергетики, где есть не только выверенные диспетчерские наименования, но и предложена сама технология именования с опорой на автогенерацию семантических идентификаторов энергообъектов, и также вопросы разработки задаче-ориентированных классификаторов и таксономий для оборудования подстанций и линий электропередач, и многие другие проблемы. Представленный в данной статье наш скромный опыт является лишь одной из попыток подойти к решению этих проблем, но мы прекрасно понимаем, что это только начало пути.

Список источников

- [1] **Шведин, Б.Я.** Онтология предприятия: экспириентологический подход. Технология построения онтологической модели предприятия / Б.Я. Шведин. - М.: Ленанд. 2010. - 240 с.
- [2] **Шведин, Б.Я.** Исчезает ли опыт? / Б.Я. Шведин // Морской сборник. - 1989. - №8. - С. 26-29.
- [3] **Бадалов, А.Ю.** Разработка системы передачи информации о состоянии энергетических объектов с использованием оперативного журнала энергообъекта / А.Ю. Бадалов, Д.Б. Гвоздев, В.Л. Пельмский, Б.Я. Шведин // Электрические станции. - 2013. - №3. - С. 37-43.
- [4] IEC CIM 61970 - http://webstore.iec.ch/Webstore/webstore.nsf/Artnum_PK/49080
- [5] **Шведин, Б.Я.** Онтология проектирования – Terra Ingontito? / Б.Я. Шведин // Онтология проектирования. - 2011. - №1(2). - С. 9-21.
- [6] **Боргест, Н.М.** Онтология проектирования: теоретические основы. Часть 1. Понятия и принципы: Учебное пособие / Н.М. Боргест. - Самара: Изд-во Самар. Гос. аэрокосм. ун-та, 2010. - 86 с.
- [7] **Боргест, Н.М.** Научный базис онтологии проектирования / Н.М. Боргест // Онтология проектирования. - 2013. - №1(7). - С. 7-25.
- [8] **Боргест, Н.М.** Ключевые термины онтологии проектирования: обзор, анализ, обобщения / Н.М. Боргест // Онтология проектирования. - 2013. - №3(9). - С. 9-31.
- [9] **Gibaud, V.** Toward ontology-based federated systems for sharing medical images: lessons from the NeuroLOG experience / V. Gibaud // iDASH Imaging Informatics Workshop (September 29, 2012, La Jolla, CA, USA). - http://idash.ucsd.edu/sites/default/files/uploads/Gibaud_iDASH_2012.pdf
- [10] **Bunge, M.** Treatise on Basic Philosophy: 8 volumes in 9 parts: III: The Furniture of the World / M. Bunge. - Dordrecht: Reidel, 1977. - 352 p.

ONTOLOGICAL MODELS FOR CONTROL SYSTEMS OF POWER SUPPLY OF OLYMPIC FACILITIES IN SOCHI

Eugene Melnik¹, Andrey Badalov¹, Boris Shvedin¹, Dmitry Gvozdev², Leonid Buzaev³

¹CJSC «Russian Telecom Equipment Company» (RTEC) «Rostec Corporation», Moscow, Russia

²Situationally-analytical center of JSC «Rosseti», Moscow, Russia

³Situationally-analytical center of JSC «FGC UES», Moscow, Russia

bshvedin@dunrose.ru

Abstract

The article reviews methods and technologies of ontological modeling applied to the design and implementation of Sochi center of energy management information systems (TSUE), that was created to ensure reliable operation of the

Olympic and infrastructure facilities. The necessity of the ontological approach in solving such a big task in a relatively short period of time is shown. For the first time in TSUE history the task of technological integration of multiple heterogeneous systems, including transmission networks, distribution networks, as well as the generator and traction substations of the Russian Railways and the facilities of the local grid organizations. The ontological model BEOM was used as a basis for creation of specific ontological models and solutions.

Key words: *QuaSy DSS, ontology of designing, enterprise ontology, ontological model of enterprise BEOM, corporate ontology repository, SCADA, TSUE*

References

- [1] *Shvedin, B. Y.* Ontologiya predpriyatiya: ehkspirientologicheskij podkhod. Tekhnologiya postroeniya ontologicheskoy modeli predpriyatiya [Ontology of an enterprise: experience of ontological approach. Technology of creation of an ontological model of an enterprise] / B.Y. Shvedin.- Moscow: Lenand publ. 2010. - 240 p. (In Russian).
- [2] *Shvedin, B. Y.* Ischezaet li opyt? [Does the experience disappear?] / B.Y. Shvedin.- Morskoy sbornik [Marine collection], 1989, Issue 8, pp. 26-29 (In Russian).
- [3] *Badalov, A.Y.* Razrabotka sistemy peredachi informatsii o sostoyanii ehnergeticheskikh ob"ektov s ispol'zovaniem operativnogo zhurnala ehnergoob'ekta [Development of the information transmission system of the power facilities conditions using the online redo logs of a power] / A.Y. Badalov, D.B.Gvozdev, V.L.Pelymsky, B.Y. Shvedin // Elektricheskie stantsii [electrical stations], 2013, Issue 3, pp. 37-43 (In Russian).
- [4] IEC CIM 61970 http://webstore.iec.ch/Webstore/webstore.nsf/Artnum_PK/49080.
- [5] *Shvedin, B. Y.* Ontologiya proektirovaniya – Terra Ingontito? [Ontology of designing– Terra Ingontito?] / B.Y. Shvedin // Ontology of designing. Issue 1(2), 2011. - pp. 9-21 (In Russian).
- [6] *Borgest, N.M.* Ontologiya proektirovaniya: teoreticheskie osnovy. CHast' 1. Ponyatiya i printsipy [Ontology of designing: theoretical foundations. Part 1. Concepts and definitions] / Textbook / N.M. Borgest // Samara: Samara airspace university publ., 2010. – 86 p. (In Russian).
- [7] *Borgest, N.M.* Nauchnyj bazis ontologii proektirovaniya [Scientific basis for ontology of designing] / N.M. Borgest // Ontology of designing. – Issue 1(7), 2013. – pp.7-25 (In Russian).
- [8] *Borgest, N.M.* Klyuchevye terminy ontologii proektirovaniya: obzor, analiz, obobshheniya [Key terms of the ontology of designing: review, analysis, synthesis] / N.M. Borgest // Ontology of designing. – Issue 3(9), 2013. – pp. 9-31 (In Russian).
- [9] *Gibaud, B.* Toward ontology-based federated systems for sharing medical images: lessons from the NeuroLOG experience/Bernard Gibaud/iDASH Imaging Informatics Workshop, September 29, 2012, La Jolla (CA). - http://idash.ucsd.edu/sites/default/files/uploads/Gibaud_iDASH_2012.pdf
- [10] *Mario Bunge.* Treatise on Basic Philosophy: 8 volumes in 9 parts: III: The Furniture of the World. Dordrecht: Reidel, 1977.

Сведения об авторах



Мельник Евгений Николаевич, 1963 г. рождения. Окончил Московский институт электронной техники. Президент ЗАО «Российская корпорация средств связи», член Комитета по стратегии ОАО «Россети». Лауреат государственной премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники за 2004 г. По результатам проведения XXII Олимпийских и XI Паралимпийских игр награжден Почетной грамотой Минэнерго РФ за обеспечение устойчивого энергоснабжения олимпийских спортивных объектов Сочи-2014. Является соавтором более 10 патентов и изобретений. Имеет более 15 публикаций в научных изданиях.

Eugene Melnyk. (b.1963) Graduated from the Moscow Institute of Electronic Technology. He is the president of JSC «Russian Corporation of communication». Is a member of the Strategy Committee of JSC «Rosseti». Laureate of the State Prize of the Russian Federation in the field of science and technology for 2004. On the results of the XXII Olympic and XI Paralympic Winter Games he was awarded by the Ministry of Energy for sustainable supply of Olympic sports facilities in Sochi in 2014. He is co-author of more than 10 patents and inventions and has more than 15 publications in scientific and professional Russian and foreign journals.



Бадалов Андрей Юрьевич, 1962 г. рождения. В 1984 г. с отличием окончил Московский инженерно-физический институт. Вице-президент, генеральный конструктор ЗАО «Российская корпорация средств связи», член экспертного совета Комитета Государственной Думы РФ по безопасности. По результатам проведения XXII Олимпийских и XI Паралимпийских игр награжден Почетной грамотой Минэнерго РФ за обеспечение устойчивого энергоснабжения олимпийских спортивных объектов Сочи-2014 и нагрудным знаком «За надежную эксплуатацию Олимпийских энергообъектов». Имеет более 30 публикаций в научных и специальных

русских и зарубежных изданиях.

Andrew Badalov (b. 1962) In 1984 graduated from the Moscow Engineering Physics Institute. Vice President, General Designer of JSC «Russian Corporation of communication». He is a member of Expert Council of the State Duma Committee on Security. On the results of the XXII Olympic and XI Paralympic Winter Games he was awarded by the Ministry of Energy for sustainable supply of Olympic sports facilities in Sochi in 2014 with a badge «For reliable operation of Olympic power facilities». He has more than 30 publications in scientific and professional Russian and foreign journals.



Шведин Борис Яковлевич, 1948 г. рождения. Окончил Севастопольское высшее военно-морское инженерное училища (1971) и Военно-политическую академию (1977). Кандидат психологических наук (1983), доцент. Автор системно-ситуативного анализа деятельности, онтологической модели БЕОМ, концепции и технологии создания систем наследования опыта *QuaSy*. Является членом международной ассоциации по онтологиям и их применению (IAOA). По результатам проведения XXII Олимпийских и XI Паралимпийских игр награжден нагрудным знаком ОАО «Россети» «За надежную эксплуатацию Олимпийских энергообъектов». В

настоящее время является заместителем генерального конструктора - главным онтологом ЗАО «Российская корпорация средств связи».

Boris Shvedin (b. 1948) Graduated Nuclear Power Engineering Faculty of Russian Navy University in 1971. In 1977 he obtained the Degree in Military Psychology from Military Academy (Moscow), Ph.D (1983). Played the major role in developing the foundations of Experientology and for more than 20 years conducted the sophisticated researches of the topic. During the past 10 years played the significant role in developing the *QuaSy* IT System and Business Entity Ontological Model (BEOM). On the results of the XXII Olympic and XI Paralympic Winter Games he was awarded with a badge of JSC «Rosseti» «For reliable operation of Olympic power facilities». He is currently the deputy general designer - **chief ontologist** of the JSC «Russian Corporation of Communication».



Гвоздев Дмитрий Борисович, 1974 г. рождения. Окончил Кузбасский государственный технический университет. Кандидат технических наук. Директор САЦ ОАО «Россети». По результатам проведения XXII Олимпийских и XI Паралимпийских игр награжден Почетной грамотой Минэнерго РФ за обеспечение устойчивого энергоснабжения олимпийских спортивных объектов Сочи-2014 и нагрудным знаком «За надежную эксплуатацию Олимпийских энергообъектов».

Dmitry Gvozdev (b.1974). Graduated from Kuzbass State Technical University. Candidate of Technical Sciences. Director of the SAC JSC «Rosseti». On the results of the XXII Olympic and XI Paralympic Winter Games he was awarded by the Min-

istry of Energy for sustainable supply of Olympic sports facilities in Sochi in 2014 and received a badge «For reliable operation of Olympic power facilities».



Бузаев Леонид Владимирович, 1975 г. рождения. Закончил Южно-Уральский Государственный университет в 1992 г. Выпускник Президентской программы подготовки управленческих кадров 2006 г. Руководитель Ситуационно-аналитического центра ОАО «ФСК ЕЭС». Руководил ЦУЭ Сочи в период подготовки и проведения Олимпийских зимних игр 2014 г. По результатам проведения XXII Олимпийских и XI Паралимпийских игр награжден нагрудным знаком ОАО «Россети» «За надежную эксплуатацию Олимпийских энергообъектов».

Leonid Buzaev (b. 1975). He graduated from South Ural State University in 1992. Graduate of Presidential management training program in 2006. Worked in JSC «Urals», JSC «FSK UES». Head of the electrician maintenance of substation equipment of JSC «UES FSK». Supervised the Electricity Control Center of Sochi during the preparation and holding of the Olympic Winter Games of 2014 in Sochi. On the results of the XXII Olympic and XI Paralympic Winter Games he was awarded with the badge of JSC «Rosseti» «For reliable operation of Olympic power facilities».