

УДК 004.4: 004.9: 528.9: 912.43

UDC 004.4: 004.9: 528.9: 912.43

**СИСТЕМА ИНВЕНТАРИЗАЦИИ
СОСТОЯНИЯ РОССИЙСКИХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

**RUSSIAN ELECTRICAL NETWORKS STATE
INVENTORY SYSTEM**

Застрожный Алексей Николаевич
руководитель департамента
Компания Наумен, Москва, Россия

Zastrozhnyy Alexey Nikolaevich
department manager
Naumen LLC, Moscow, Russia

Суханов Владимир Иванович
д.т.н., доцент

Sukhanov Vladimir Ivanovich
Dr.Sci.Tech., associate professor

Тимошенко Сергей Иванович
к.т.н., доцент

Timoshenko Sergey Ivanovich
Cand.Tech.ci., associate professor

Уймин Антон Григорьевич
аспирант
*Уральский федеральный университет,
Екатеринбург, Россия*

Uymin Anton Grigorjevich
postgraduate student
Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Приводится описание перспективной системы
учета состояния объектов территориально-
распределенных электрических сетей

The article presents description of an advanced asset
system for geographically distributed electrical
network objects

Ключевые слова: УЧЕТНАЯ СИСТЕМА,
ПЛАТФОРМА, ТЕХНОЛОГИЯ

Keywords: ASSET SYSTEM, PLATFORM,
TECHNOLOGY

Введение

Предлагаемые результаты относятся к направлению «Компьютерные технологии и программы» перечня направлений, утвержденных в качестве приоритетных Комиссией при Президенте Российской Федерации по модернизации и технологическому развитию экономики России. Цель — разработка научно-технического задела по перспективным технологиям в области информационно-телекоммуникационных систем, исследования и разработки по которым осуществляются в соответствии с направлениями технологического развития, поддерживаемыми в рамках Технологической платформы «Интеллектуальная энергетическая система России». Основной задачей является исследование применимости Web-ориентированных геоинформационных технологий для комплексного управления, мониторинга и документирования электросетей посредством

формирования электронных карт и планов электроэнергетической инфраструктуры.

Актуальность работы обоснована востребованностью информационных систем в области автоматизации электроэнергетики. В российской промышленности, и в электроэнергетике в частности, автоматизация находится на низком, по сравнению с аналогичными западными компаниями, уровне. На крупных предприятиях таких, как сбытовые компании, ФСК ЕЭС, компании холдинга МРСК Холдинг и многих других востребованными являются системы управления, позволяющие контролировать разнородные активы (генерирующие мощности, линии электропередач, распределительные устройства). На мировом рынке представлен ряд иностранных систем, ориентированных на решение данных задач. Это системы класса EAM (Enterprise Asset Management – системы управления активами предприятия). Лидерами являются IBM Maximo, GE Smallworld и Infor EAM – разработки крупнейших западных вендоров. Но подобные программные решения не находят широкого применения в российских компаниях по следующим причинам:

- компании контролируются государством, перед которым стоит задача импорт замещения – т.е. поддержки отечественного производителя, в том числе программного обеспечения (ПО);
- экономически невыгодно и стратегически небезопасно ставить операционную деятельность крупнейших российских предприятий в зависимость от иностранного производителя.

В настоящий момент разработчики ПО и промышленные предприятия не готовы вкладывать инвестиции в НИОКР. В результате в структурах крупных российских организаций продолжают использовать средства, которые затрудняют составление консолидированной отчетности. Таким образом, отсутствие глубоких знаний по проблеме влечет за собой неэффективное управление в компаниях и, как следствие, убытки для национальной экономики.

Организации и органы государственной власти, ответственные за генеральное планирование (проектирование) сложных и пространственно распределённых инженерных сооружений, таких как электрические сети и сети связи, а также занятые их эксплуатацией, имеют серьёзные трудности с документированием огромного массива временных, стоимостных, технических и геопространственных данных. Проблемы с документированием и планированием инфраструктуры оборачиваются невозможностью дать ответ в кратчайшие сроки на вопросы, связанные с расположением объектов инженерной инфраструктуры и их техническим состоянием.

Создание веб-ориентированной геоинформационной аналитической системы, в которой будут содержаться все данные об электросети с привязкой к географии, включая данные по детальной структуре оборудования (активов), данные измерений (мониторинга), финансовые данные, данные по авариям, работам и планированию. Имея эти данные в системе, можно:

- существенно снизить риск системных аварий и значительно повысить эффективность технического обслуживания и профилактику технологических нарушений за счёт анализа накопленной статистической информации и детального представления о структуре сети. Это даст возможность своевременно проводить планово-профилактические ремонты и модернизации.

- повысить эффективность использования производственных активов в течение полного жизненного цикла за счёт анализа данных по загрузке (использованию) активов и их стоимости.

1 Оборудование электрических сетей

Электрические сети содержат разнообразные системы и подсистемы, состоящие из оборудования различных классов по широкой номенклатуре позиций и их характеристик [1-2]. Для правильного понимания стоящих перед системой учета задач нужно систематизировать все объекты и их характеристики (таблица 1). Как следует из состава

объектов и их характеристик, система учета должна гибко настраиваться на их перечень и значения в процессе эксплуатации, поскольку их изменения в будущем невозможно спрогнозировать при её создании.

Таблица 1 – ОБЪЕКТЫ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Куда входит	Объект	Характеристики
Электрическая сеть	Атомная электростанция - АЭС	Режим работы реактора, Тип реактора, Мощность, Использование установленной мощности, Тепловая мощность реактора, Максимальная величина термостойкости оболочек твэлов, Коэффициент теплопередачи от ядерного топлива к теплоносителю, Коэффициент неравномерности тепловыделения по радиусу реактора, Омываемая площадь поверхности твэлов реактора, Предельно допустимое значение температуры наиболее напряженной поверхности твэла, Средняя температура подвода теплоты в цикле, Относительный внутренний КПД турбины, Механический КПД, КПД электрического генератора, КПД оборудования собственных нужд установки.
	Гидроэлектростанция - ГЭС	Мощность, Типы гидроэнергетических установок, Схемы построения ГЭС, Объем стока воды, Высота, Давление, Мощность, Средний годовой расход воды, Коэффициент полезного действия (КПД) турбины
	Ветроэлектростанция	Мощность, Число лопастей рабочего колеса, Отношению рабочего колеса к направлению воздушного потока, Тип, Годовая выработка электроэнергии, Ометаемая поверхность ветроколеса Плотность воздуха, Высота башни, Диаметр ротора КПД ротора, КПД электрогенератора
	Теплоэнергостанция	Мощность, Виды, Производительность, Давление, Температура, Вид топлива, Электрическая мощность, Тепловая мощность,
	Дизельная электростанция	Частота переменного тока, Мощность, Тип, Удельный эффективный расход топлива, Удельный расход масла, КПД, Напряжение

Продолжение таблицы 1

Куда входит	Объект	Характеристики
Электрическая сеть	Солнечная (гелио) электростанция	Мощность, КПД, Тип солнечных генераторов по виду преобразования солнечной энергии в другие виды энергии, Тип солнечных генераторов по концентрированию энергии, Тип солнечных генераторов по технической сложности Поток солнечной радиации, Тип гелеоэлектрического преобразователя, Продолжительность работы, Вид теплоносителя, Количество контуров, Тип солнечной фотоэлектрической установки, Количество слоев фотоэлемента
	Геотермальная электростанция	Способ использования геотермальной энергии, Источник геотермальной энергии, Схема производства электроэнергии, Температура геотермальной воды, Тип геотермальных вод, Минерализация геотермальных вод, Общая жесткость геотермальных вод, Кислотность (рН) геотермальных вод, Газовый состав геотермальных вод, Газонасыщенность геотермальных вод, Глубина скважины, Геотермический градиент в скважине, Температура магмы, Температура пара, Давление пара, Производительность установки подготовки пара, Потребление пара энергоблоком, Тип геотермального насоса, Средняя температура в резервуаре, Объем резервуара, Прогнозная максимальная электрическая мощность, Естественная тепловая разгрузка, Мощность, КПД
Подстанция	Распределительная	Напряжение, Тип
	Районная подстанция	Напряжение, Мощность, Место и способ присоединения подстанции к электрической сети, Значение в системе электроснабжения

Продолжение таблицы 1

Куда входит	Объект	Характеристики
Подстанция	Трансформаторная подстанция	Тип, Номинальное напряжение, Срок службы, Климатическое исполнение, Наибольшее рабочее напряжение, Номинальная частота, Номинальный ток отключения выключателей, Номинальное напряжение обмоток трансформатора, Ток термической стойкости, Ток электродинамической стойкости, Номинальный ток главных цепей, Номинальный ток сборных шин, Номинальная мощность силового трансформатора
ЛЭП	Провода и грозозащитные тросы	Материал провода, Сечение провода, Сечение алюминиевой части, Сечение стального сердечника. Расчетная масса одного километра провода, Разрывное усилие одной проволоки по соответствующему стандарту, Число проволок в проводе, Высота крепления проводов или троса к изоляторам на опорах, отсчитываемая от отметки земли в местах установки опор, Наибольшая стрела провеса провода или троса, Длина пролетов, входящих в переход, Высота центров тяжести проводов или тросов в каждом из пролетов, отсчитываемая от меженного уровня реки, Нагрузка, Аэродинамический коэффициент, Угол между направлением ветра и обдуваемой поверхности, Коэффициент, учитывающий неравномерность давления ветра по пролету, Коэффициенты увеличения скоростного напора по высоте, Частота вибрации, Число волн в пролете, Среднее эксплуатационное напряжение, Длина провода в пролете, Расстояние между проводами
	Арматура	Тип, Тип шарнирных сопряжений, Элементы цепной арматуры, Тип поддерживающего зажима, Типы натяжных зажимов, Тип соединительной арматуры, Типы защитной арматуры, Тип защитных рогов, Типы разрядников, Тип арматуры для крепления штыревых изоляторов, Материал изготовления штырей, Виды спиральной арматуры
	Опоры	Материал, Конструкция, Назначение, Тип, Объем, Масса, Максимальный изгиб

Продолжение таблицы 1

Куда входит	Объект	Характеристики
ЛЭП	Фундаменты	Диаметр стойки, Изгибающий момент, Прогибы стоек
Потребительские сети	Ответвления высоковольтной линии	Количество отвечаемых проводов, Масса, Сечение магистрали, Сечение ответвления
	Внутренние электропроводки	Тип, Марка провода, Сечение жил, Число жил
	Вводные устройства	Номинальное напряжение, Номинальный ток, Частота, Прочность устройства при коротких замыканиях, Число вводных аппаратов, Число аппаратов общего учёта, Число аппаратов учёта домоуправленческих нагрузок
	Приборы учёта электроэнергии	Класс точности, Номинальный максимальный ток, Номинальная частота, Полная и активная мощность потребляемая цепью напряжения, Полная мощность потребляемая цепью тока не более, Диапазон рабочих температур, Межпроверочный интервал, Средний срок службы
	Приборы обеспечения безопасности	Наличие защиты от прямого прикосновения Наличие защиты от косвенного прикосновения Номинальный отключающий дифференциальный ток Сопротивление заземляющих устройств Время автоматического отключения питания Сечение заземляющего проводника Длина заземляющего проводника
Другое	Климатические и геологические условия	Максимальный скоростной напор ветра на высоте до 15 м, Максимальный скоростной напор ветра на высоте до 15 м при гололеде, Температура воздуха максимальная, Температура воздуха минимальная, Температура воздуха среднегодовая, Температура воздуха средняя наиболее холодной пятидневки, Число грозных часов в году, Нормативная глубина промерзания грунта по площадке, Грунтовые воды по площадке встречены на глубине, Удельное сопротивление грунта на площадке
	Географическое положение	Широта, Долгота

2 Текущее состояние систем учета и управления активами

В настоящее время в мире существует достаточное количество информационных систем и платформ разного профиля, ориентированных на конечные узкоспециальные (по сравнению с разрабатываемой системой) задачи.

Так называемые «Системы гиганты» - ERP: SAP R3 и Oracle E-Business Suite – плохо подходят для решения учётных задач (поскольку ориентированы на интегральные финансовые показатели, а не на показатели эффективности каждого актива), чрезвычайно дороги, имеют закрытый исходный код, а на практике эксплуатация и внедрение подобных систем часто обходится дороже, чем написание системы «с нуля», особенно, если их использовать не по прямому назначению, а для задач учёта.

Близко стоящими к рассматриваемой задаче являются системы класса EAM (Enterprise Asset Management) – системы управления активами. Но и данные системы имеют указанные выше недостатки, в связи с попытками потеснить традиционные ERP (SAP R3 и Oracle E-Business Suite) на их рынке.

Инженерные системы и ГИС – это системы, в первую очередь ориентированные на работу небольшого числа пользователей (очень часто однопользовательские, которые только недавно обзавелись серверным компонентом), например, построенные на базе AutoDesk, ESRI ArcGIS, MapInfo. Данные системы, как правило, имеют сильный перекос в сторону визуализации данных, а не в сторону анализа и детального учёта.

Системы, построенные на базе desk-top приложений (Access \ Excel) не подходят для решения масштабных задач из-за ограниченности по технологиям, так как в большинстве случаев поддерживают только одну операционную систему, имеют одноуровневую или двухуровневую

архитектуру и низкую производительность в многопользовательском режиме.

3 Архитектура разрабатываемой системы

Крупноблочная схема системы представлена на рисунке 1. Система включает следующие подсистемы.

1. Подсистема учёта объектов. Назначение: ведение электронного учёта объектов различного рода, описываемых произвольным набором характеристик значениями произвольного типа. Учет предполагает ввод, редактирование, удаление и архивирование данных БД объектов деятельности предприятия. Объекты могут образовывать группы иерархически связанных структур.

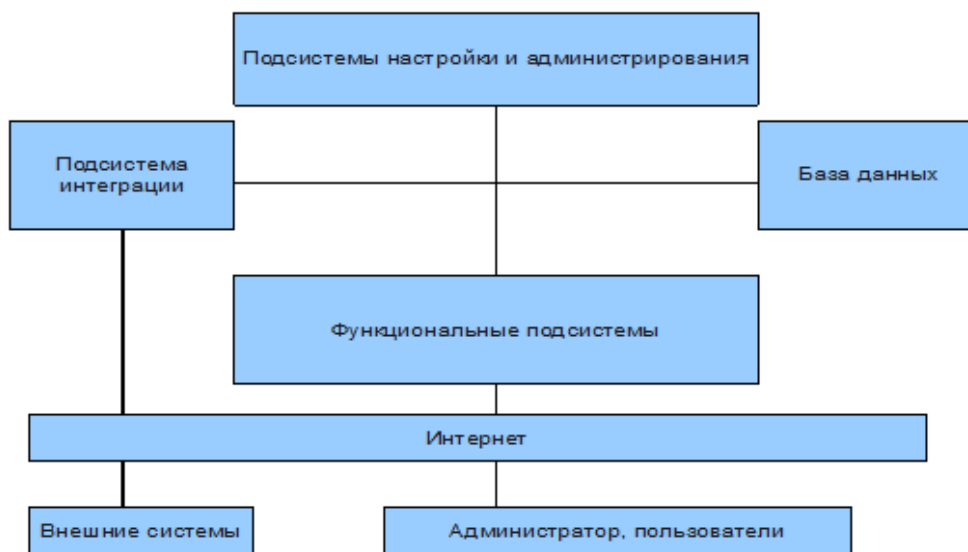


Рисунок 1 – Схема системы инвентаризации электрических сетей

2. Подсистема настройки бизнес-процессов. Назначение: настройки автоматических операций с объектами различного рода, описываемых произвольным набором характеристик значениями произвольного типа. Объекты могут образовывать группы иерархически связанных структур. Настройка операций предполагает добавление,

модификацию, удаление объектов, их атрибутов и связей. Операции могут быть разовыми и периодическими в соответствии с задаваемым планом. При изменении связанных объектов необходимо предусмотреть их совместную корректировку (связанные жизненные циклы).

3. Подсистема интеграции с ГИС. Назначение: обеспечение взаимодействия с картографическими приложениями и построение картографических схем для учитываемых объектов. Подсистема должна выполнять следующие функции:

- осуществлять интеграцию с любыми внешними (в том числе расположенными в Internet) картографическими приложениями по стандарту WMS (Web Map Service — протокол для выдачи географически привязанных изображений через Интернет);

- отображать на карте (т.е. с привязкой к местности) любые распределенные объекты, в том числе точечные (здания, сооружения, узлы сети, телефонные колодцы, устройства и проч.); протяжённые (каналы, кабели, нефте- и газопроводы, дороги, пути и проч.); множества объектов (множества зданий, сооружений, кабельные, дорожные, трубопроводные сети и проч.); произвольное множество объектов с привязкой к таблице, с фильтрацией для изменения набора объектов на карте;

- производить поиск на карте объектов, находящихся в окрестности заданной точки;

- настраивать и использовать цветовое выделение объектов на карте в зависимости от характеристик объекта (состояние, количество волокон кабеля, количество полос дороги, ёмкость трубопровода и т.д., технология и проч.);

- отображать и скрывать слои с объектами различных типов;

- показывать оперативные подсказки для объектов (в том числе линий) на карте, в зависимости от характеристик объекта;
- корректно, без наложений отображать линии (кабели, каналы, дороги, трубопроводы), проходящие по одним и тем же точкам;
- произвольно менять размер карты и работать с ней в полноэкранный режиме;
- поддерживать для карты механизм drag and drop – перетаскивание точечных объектов, настраивать права пользователей на перемещение объектов на карте;
- производить поиск по адресу фрагмента карты;
- задавать произвольные иконки для отображения объектов на карте;
- измерять расстояние по карте инструментом линейка.

4. Подсистема импорта \ экспорта данных. Назначение: для загрузки информации в платформу и выгрузки информации из платформы, в составе:

- 1) программный компонент импорта данных, предназначенный для загрузки информации в платформу из файлов формата CSV или XML;
- 2) программный компонент экспорта данных, предназначенная для выгрузки информации из платформы в виде файлов Excel, CSV или XML.

5. Подсистема механизма отчётности. Назначение: формирование отчётных документов в виде таблиц или диаграмм для учитываемых объектов. Отчетные документы формируются в формате HTML для пересылки браузеру клиента с возможностью сохранения на локальной машине в форматах офисных пакетов для хранения и печати твердых копий. Отчеты должны настраиваться при их создании, допускать объединении в группы за счет определения группобразующих полей,

определение перечня хранимых и вычисляемых полей, форматов выводимых данных, сортировки и группировки объектов с подсчетом текущих и итоговых сумм, с возможностью выгрузки отчетов в формате офисных программ. Созданные форматы отчетов должны храниться в БД и использоваться при возникновении потребности для заданных пользователем фильтров объектов. Требуется разработать интерфейсы для систем OLAP с возможностью настройки параметров отчета. По требованию пользователя отчеты должны экспортироваться в стандартных форматах офисных систем для хранения на ПЭВМ клиента..

6. Подсистема настройки печатных форм. Назначение: для настройки генерации печатных документов на основе шаблонов и вывода их на печать. Шаблоны создаются администратором системы для типовых документов, печатаемых на принтере, и сохраняются в БД для последующего использования. Шаблоны используются для быстрой печати массовых документов (накладные, требования, справки, записки, ведомости, сертификаты и др.).

7. Подсистема настройки оповещений. Назначение: для формирования и отправки e-mail и SMS-оповещений о событиях и ошибках в платформе. Рассылка оповещений возможна в форме электронных писем и телефонных коротких сообщений по подписке, выполняемой администратором системы или самими пользователями программного комплекса. Предусмотреть возможность оповещения сторонних систем при предоставлении соответствующих интерфейсов.

8. Подсистема складского учёта. Назначение: ведение управленческого складского учёта объектов различного типа с произвольным перечнем характеристик для задач корпоративной

логистики. Учет материалов и комплектующих. Управление запасами, планирование закупки ТМЦ. Управление отгрузкой товаров. Для реализации возложенных на подсистему задач необходимо разработать следующие компоненты:

а) программный компонент склада, предназначенный для учёта материальных ценностей, принимаемых на склад, хранящихся на складе и выдаваемых со склада, движение ТМЦ должно быть сохранено в истории;

б) программный компонент штрихкодирования, предназначенный для автоматизации ведения складской деятельности с помощью использования штрих кодов для материальных ценностей.

9. Подсистема интеграции. Назначение: обеспечение информационного взаимодействия приложениями и сервисами третьих поставщиков через стандартные протоколы SOAP открытых систем с целью загрузки хранящихся в них данных и их последующей обработки. На объекты внешних систем распространяются возможности и требования внутренних объектов. Разрешается доступ внешних систем к внутренним объектам по согласованным интерфейсам.

10. Программная подсистема (компонент) графических представлений. Назначение: формирование различных графических представлений (схем, графиков, диаграмм) на основе учётной информации. Обеспечивает отображение объектов системы и содержит следующие функции:

– предоставление интерфейса для работы с объектами системы на нескольких вкладках. На каждой вкладке могут располагаться информационные блоки (таблицы) и ссылки для вызова диалоговых форм;

- выполнение всех операций с объектами (создание нового, редактирование, проставление ссылок на другие объекты) на диалоговых формах, открываемых в новом всплывающем окне;
- отображение списка всех атрибутов типа объекта с текущими значениями;
- отображение дочерних объектов (например, в здании есть помещения) у объекта системы на отдельной вкладке, на которой в виде списка выведены все дочерние объекты;
- навигация пользователя для определения текущего местоположения в системе в виде строки с полным путем до текущего объекта, содержащей гиперссылки на объекты верхнего уровня (родители);
- постраничный вывод большого количества объектов с возможностью настройки размера страниц;
- поиск объектов для быстрого доступа по типу искомого объекта и полному или частичному названию объекта.

11. Справочная подсистема. Назначение: оказание помощи для ведения базы знаний системы учета и выполнения операций. Справочная служба должна иметь дружелюбный интерфейс с пользователем и обладать полнотой для ответа на вопросы о назначении и возможностях системы. Справки могут выдаваться как страницы документов с органами навигации и полями для поиска нужного содержимого. Контент справочной службы должен формироваться менеджером и храниться в БД на сервере.

12. Подсистема API. Назначение: обеспечения возможности передачи данных из платформы по запросам внешних систем, а также модификации данных платформы по запросам внешних систем. Необходима для интеграции с внешними системами как обязательный программный интерфейс для разработчиков интегрированных комплексов, включающих платформу как подсистему. Интеграция предполагает совместное использование как собственных, так и объектов внешних систем при отображении и манипулировании данными как внутри учетной системы, так и во внешних системах. Для работы подсистемы необходимо

разработать и опубликовать программный интерфейс для программистов внешних систем, позволяющий получить им доступ к внутренним объектам систем учета и процедурам работы с данными. Методы интерфейса должны быть надежно защищены от взлома и несанкционированного использования, а транспортируемые данные от перехвата и искажения.

13. Подсистема самодиагностики. Назначение: ведение полного лога (журнала) изменений настроек платформы и выявления ошибок при отладке и эксплуатации платформы. Система должна мониторить все ключевые запросы и события с сохранением информации, достаточной для восстановления процессов, событий и причин их возникновения.

14. Подсистема администрирования. Назначение: для настройки технических параметров работы платформы, а также для управления пользователями. Регистрация пользователей сопровождается заданием атрибутов входа в систему, совокупности ролей на право доступа к данным и инструментам учетной системы

4 Обоснование технического решения

Анализ возможных вариантов исполнения системы учета позволяет выделить наиболее предпочтительные пути реализации программного изделия, удовлетворяющего сформулированным требованиям и ограничениям. Учитывая мнение экспертов из числа собственных специалистов и привлеченных работников государственных и частных компаний и высших учебных заведений, следует придерживаться следующим рекомендациям при проектировании программного продукта:

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| – Архитектура | – многозвенная; |
| – Организация | – веб-приложение; |
| – Исполнение | – платформно-независимое; |
| – Инфраструктура | – собственная; |
| – Функциональность | – настраиваемая; |
| – Состояние кода | – открытый; |

- Лицензии – свободные с ограничениями;
- Инструменты разработки – специализированные;
- Средства разработки – общедоступные.
-

Таблица 2 – КЛАССИФИКАЦИЯ ВАРИАНТОВ ИСПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ИЗДЕЛИЯ

Характеристика	Вариант	Достоинства	Недостатки
Архитектура	Однозвенная	Компактность компоновки и размещения ПО у клиента	Трудности с использованием готовых СУБД и настройкой продукта на выполнение требуемых клиенту функций. Трудности с многопользовательским доступом. Технология устарела.
	Многозвенная	Возможность разделения системных функций по готовым пакетам, организации многопользовательской работы. Технология современная.	Необходимость поддержки и администрирования разнородных приложений в одномашинной или сетевой среде.
Организация	Одномашинная	Компактность аппаратных средств, автономность	Трудности совместной многопользовательской работы, невозможность репликации данных для обеспечения актуальности в реальном времени. Технология устарела.
	Файл-серверная	Возможность коллективного доступа к файлам с общими данными в сети	Высокий сетевой трафик, невозможность прослеживания транзакций, возможность взаимной блокировки приложений при запросах ресурсов. Технология устарела.

Продолжение таблицы 2

Характеристика	Вариант	Достоинства	Недостатки
Организация	Клиент-серверная	Возможность коллективной работы в сети с общими данными, хранящимися в серверах БД. Контролируемый сетевой трафик, централизованный контроль целостности данных, авторизация доступа. Технология современная.	Наличие локальной сети с необходимостью администрирования каждого рабочего места и поддержанием его работоспособности.
	Веб-приложение	Мобильность рабочего места, низкие требования к аппаратному и программному обеспечению компьютера, возможность использования публичных сервисов. Технология перспективная.	Необходимо использовать публичные сети интернет, угроза безопасности данным системы, возможные задержки при выполнении отдельных функций.
Исполнение	Платформозависимая	Возможность дополнительной оптимизации на уровне кода приложения.	Сложность миграции приложения в другое окружение. Технология устарела.
	Платформонезависимая	Переносимость приложений на другие платформы и среды. Технология современная.	Дополнительные накладные расходы на программирование интерфейсов, зависящих от платформы.

Продолжение таблицы 2

Характеристика	Вариант	Достоинства	Недостатки
Инструменты разработки	Специализированные	Возможность дополнительной оптимизации кода, использование макросов, шаблонов, отладчиков. Технология современная.	Дополнительная нагрузка на разработчиков по изучению и адаптации средств.
	Общесистемные	Универсализм, возможность использования на любой платформе	Низкий уровень предоставляемых сервисов и библиотек. Технология устарела.
Инфраструктура	Собственная	Полный контроль над программными и аппаратными средствами. Технология современная.	Материальные затраты на приобретение и обслуживание лицензий, компьютеров и сети.
	Облачная	Аренда лицензий и инфраструктуры. Технология перспективная.	Высокая степень зависимости от сторонних поставщиков.
Средства разработки	Общедоступные	Независимость от окружения. Технология современная.	Необходимость адаптации для собственных нужд.
	Собственные	Возможность повторного использования технологий. Технология перспективная.	Затраты на создание и сопровождение инструментов.
Функциональность	Фиксированная	Простота разработки	Ограниченность применений. Технология устарела.
	Настраиваемая	Широкий спектр применений и решаемых задач. Технология современная.	Сложность разработки и сопровождения продуктов.
Состояние кода	Закрытый	Возможность скрытия ноу-хау и приемов программирования	Зависимость кода от платформы, невозможность аудита кода. Технология устарела.

Продолжение таблицы 2

Характеристика	Вариант	Достоинства	Недостатки
Состояние кода	Открытый	Независимость от платформы и возможность проведения аудита и модификации. Технология перспективная.	Отсутствие контроля за использованием кода третьими лицами.
Лицензии	Проприетарные	Возможность получения дохода от реализации лицензий. Технология современная.	Сложность отслеживания серых копий для вендоров. Возможность взлома процедур аутентификации.
	Свободные	Привлекательность для потребителей, неограниченное распространение продукта, возможность проникновения на новые рынки. Технология современная.	Низкие требования к качеству продуктов, ограниченная функциональность демо-версий.

Предпочтения аргументируются следующими соображениями, описанными ниже.

Многозвенность – современная концепция разработки и развертывания сложных систем, позволяющая упростить организацию взаимодействия клиента с приложением и приложения с системами управления базами данных и публичными сервисами. Такая архитектура лежит в основе всех современных программных систем различного масштаба и назначения. Последние трудности, связанные с интерактивной работой с графической информацией, удастся решить с использованием новых версий языка HTML 5 и разработкой апплетов на языках Java, Python, Basic и других технологий, включая AJAX.

Веб-приложение позволяет клиенту упростить до минимума требования к своей аппаратуре и программному обеспечению, обеспечив выход в интернет и наличие клиентского браузера с поддержкой графики и языка HTML 5. Это позволяет работать клиенту с приложением в любой точке, где есть выход в интернет, обеспечивая ему максимальную мобильность. При этом на стороне клиента не требуется иметь ресурсы для хранения специализированного программного обеспечения и баз данных приложения. Существующие технологии Wi-Fi, сотовой и спутниковой связи позволяют обеспечить выход как в локальные подсети предприятия, так и в глобальный интернет практически из любой точки мира.

Платформено-независимое исполнение является современным вызовом в компьютерных технологиях как для программного обеспечения на стороне клиента, так и на стороне сервера. Платформено-независимые технологии позволяют существенно сократить затраты на миграцию приложений на другую платформу, продлить срок жизни программного продукта при изменении технической политики производителей средств вычислительной техники, обеспечить менеджерам метафору "один раз платим за продукт - работает всегда". Многие современные технологии программирования ориентированы на поддержку этих технологий. Примерами могут служить языки Smalltalk, Python, Java, Ruby и другие. Языки семейства Pascal, C, C#, Basic и другие не поддерживают платформенную независимость в полном объеме.

Собственная инфраструктура предполагает наличие у поставщика услуг собственных средств вычислительной техники для организации работы приложения и хранения баз данных. Альтернативой является аренда инфраструктуры как сервиса у провайдеров облачных технологий. Требования технического задания предполагают работу приложений с картографической информацией для задания места расположения активов в географической системе координат на поверхности земли. Современное

состояние с предоставлением такой информации Google Maps [3] и другими провайдерами в соответствии с лицензионными соглашениями не позволяют копировать эти данные на собственные серверы предприятия, а предоставляют эту информацию по запросу сервера, идентифицируя его по доменному имени, привязанному к фактическому IP-адресу сервера.

Настраиваемая функциональность позволяет конфигурировать набор функций и объектов учета для конкретного применения будущих пользователей учетной системы. Заданию подлежит широкий спектр параметров системы для достижения универсальности и возможности использования в разнообразных областях применения для решения различных задач учета и инвентаризации.

Состояние кода – открытый, позволяющее будущим пользователям на основе собственного аудита кода быть уверенными в корректном функционировании системы, отсутствии ошибок и закладок, иметь возможность модификации кода для адаптации приложения к своим требованиям по функциям, интерфейсам и отчетным документам. Открытый код во многом определяет выбор инструментальных средств разработки и языка программирования. Подходящим языком для такой технологии является язык Java и основанные на нем технологии J2EE. Этому способствует наличие промежуточного байт-кода, исполняемого виртуальной машиной, и имеющиеся в распоряжении системных программистов различные декомпиляторы байт-кода в исходный код на языке Java, что делает Java-технологии, по существу, открытыми.

Свободные с ограничениями лицензии позволяют разработчикам продукта сохранить за собой авторские права на программное изделие в целом и код отдельных подсистем. Такие лицензии могут разрешать третьим лицам вносить нужные им изменения в код программы при соблюдении оговоренных в лицензии требований и ограничений.

Специализированные инструменты разработки позволяют разработчикам продукта эффективно вести программирование, отладку и сопровождение изделия за счет использования адекватных целям инструментов. Такими средствами являются среды разработки и тестирования приложений на языке Java Eclipse, NetBeans, JMeter, Web Studio и другие. Альтернативные встроенные средства, такие как блокнот, компилятор Javac, виртуальная машина Java, архиватор Jar и другие, входящие в стандартный набор JDK, не имеют интегрированной среды и их использование не позволяет получить требуемую производительность труда программиста и высокого качества конечного продукта.

Общедоступные средства разработки обладают всеми необходимыми инструментами и технологиями, позволяющими выполнить все проектные работы в полном объеме без необходимости нести затраты времени и финансов на разработку или приобретение технологий.

5 Выбор геосервисов для использования в проекте

Правила использования картографической информации определяются лицензионным соглашением между представителем услуг и получателем. Для Google Maps [4] существенными ограничениями для разработчиков систем с использованием геоинформации следует считать следующие.

Фотографические изображения, отображаемые службой Карты Google, предоставляются в соответствии с условиями непередаваемой неисключительной лицензии только для личного использования. Запрещается использовать такие изображения в любой коммерческой деятельности или с любыми коммерческими целями в своих интересах либо в интересах третьих лиц.

Запрещается копирование, вскрытие технологии, декомпиляция, дизассемблирование, перевод, изменение и создание производных

продуктов на основе изображений или их частей. Кроме того, запрещается сдача в прокат, распространение, публикация, продажа, передача прав, сублицензирование, сбыт или передача изображений или их частей. Запрещается использование изображений в любых целях, не разрешенных явно соглашением.

При использовании Карт Google вы не получаете никаких прав на изображения. Все права на изображения остаются у компании Google и других лицензиаров, если таковые имеются. Изображения защищены авторскими правами, их запрещено копировать даже в том случае, если изображения изменены сторонними данными или программным обеспечением либо включены в них.

Приведенные ограничения не позволяют для ускорения доступа к геоданным создавать локальные копии карт ситуаций часто используемых регионов, а запрашивать их у Google Maps при каждой потребности. Дополнительной угрозой является право Google использовать в своих целях навешиваемые на карты геореляционные данные об объектах учета, что может входить в противоречие с законодательством об охране данных отраслевого или регионального значения.

Аналогичные ограничения накладываются условиями использования сервиса Яндекс.Карты [5]. Любая информация, используемая в Сервисе, включая картографические материалы и данные о дорожной ситуации, предназначена исключительно для личного некоммерческого использования. При этом любое копирование данных, их воспроизведение, переработка, распространение, доведение до всеобщего сведения (опубликование) в сети Интернет, любое использование в средствах массовой информации и/или в коммерческих целях без предварительного письменного разрешения правообладателя запрещается, за исключением случаев, прямо предусмотренных Условиями

использования других сервисов Яндекса или документами, указанными в Условиях.

Пользователь самостоятельно и всецело несёт все риски и ответственность за выбор местоположения объектов, соответствие законодательству, содержание, полноту, корректность и достоверность описания добавленных объектов. Для получения доступа к Сервису необходимо зарегистрироваться по установленной форме и получить API-ключ.

Yahoo! Maps [6] накладывает аналогичные требования и ограничения на использование карт. Соглашение требует, чтобы данные использовались совместно с Yahoo! Maps исключительно для личных, некоммерческих целей, для которых были лицензированы, а не для сервисбюро, с разделением времени или других аналогичных целей. При условии соблюдения ограничений можно копировать эти данные только по мере необходимости для личного пользования, просматривать их на экране, распечатать, передать копии в персональные электронные устройства, такие как персональный цифровой помощник, сохранить их и передать копии в HTML форму третьему лицу при условии, что не удаляются все уведомления об авторских правах, и не изменять данные. Вы не можете использовать эти данные в какой-либо функции реального управления маршрутом во время слежения за автотранспортными средствами, отправке, управлении автопарком или аналогичных приложений.

OpenStreetMap («открытая карта улиц») [7, 8], сокращённо **OSM**— некоммерческий сетевой картографический проект по созданию силами сообщества участников – пользователей Интернета подробной свободной и бесплатной географической карты всего мира. Все данные доступны для легального копирования, редактирования и коммерческого

использования по копилефтной свободной лицензии Creative Commons Attribution-ShareAlike 2.0 Generic. Сайт проекта <http://openstreetmap.org>.

База данных OSM содержит данные самого разного рода, например, дороги, тропы, здания, магазины, аптеки, памятники, деревья, заборы, мусорные баки, детские площадки, точки Wi-Fi, почтовые ящики, телефонные будки, административное деление, адреса, этажность зданий, данные КЛАДР, часы работы, веб-сайты, телефоны и многое другое. Все эти данные создаются на основе GPS-треков, которые загружают участники проекта или путём обрисовывания спутниковых снимков. Благодаря использованию GPS-треков для того, чтобы сделать карту города не требуется располагать спутниковыми снимками на эту территорию, поэтому в OSM есть уникальные карты ряда населённых пунктов.

Сайт состоит из собственно карты, онлайн-инструментов по её редактированию (Potlatch 1 и Potlatch 2), дневников участников, форума (русский форум самый активный), справочного вики, раздела помощи (на английском). Готовые для использования карты доступны онлайн на самом сайте OpenStreetMap и через множество других сайтов (имеющих дополнительные функции). С помощью функции «Экспорт» можно получить HTML-код для вставки в любую страницу сайта с возможностью нанесения маркера. Есть и более мощные инструменты, например Easymap, где можно нарисовать маршрут к какому-либо объекту. Карты также доступны для скачивания в исходном формате и в форматах для различных автомобильных и других навигаторов. Доступны также специальные программы для мобильных устройств (Java, Apple iOS, Windows Mobile, Android и др.) и для компьютеров.

подавляющее большинство данных, загружаемых в OSM, выгружаются из переносных устройств спутниковой навигации. Данные, собранные в формате WGS84 в виде широты/долготы, обычно

показываются в проекции Меркатора. OpenStreetMap использует топологическую структуру данных, состоящую из объектов:

- node (точка) — точка с указанными координатами;
- way (линия) — упорядоченный список точек, составляющих линию или полигон;
- relation (отношение) — группы точек, линий и других отношений, которым назначаются некоторые свойства;
- tag (тег) — пары «ключ-значение», могут назначаться точкам, линиям и отношениям.

OpenStreetMap обеспечивает сервис геокодирования под названием *Nominatim*.

Заключение

Проведенные исследования текущего состояния работ в России и за рубежом по технологиям учета и управления электрическими сетями выявили необходимость использования компьютерных технологий для учета и инвентаризации объектов сетей для повышения оперативности, снижения стоимости и снижения риска неверных решений.

Спецификация объектов электрических сетей, перечисление и отбор их характеристик, произведенный обзор используемого оборудования, материалов, арматуры, типов электрических сетей и связанных с ними технологий, позволяет квалифицированно выбрать схемы баз данных для описания этих объектов средствами серийных СУБД. Сформулированные требования к составу и функциям подсистем позволяют перейти к следующим этапам разработки комплексной платформы для организации учета и управления активами сложных территориально распределенных электрических сетей и сетей связи.

Список литературы

1. Ершевич В.В. и др. Справочник по проектированию электроэнергетических систем [Текст]. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 352 с.
2. Электрическая сеть [Электронный ресурс] // Википедия. — [2011]. — Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Электрическая_сеть, 01.11.2011.
3. API Карт Google [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://code.google.com/intl/ru/apis/maps/faq.html>, 12.10.11.
4. Условия предоставления услуг Карт Google [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.google.com/terms_of_service.html, 12.10.11.
5. Условия использования сервиса Яндекс.Карты [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://legal.yandex.ru/maps_termsofuse/, 12.10.11.
6. Yahoo! Maps Terms Of Use [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://info.yahoo.com/legal/us/yahoo/maps/mapstou/mapstou-278.html>, 12.10.11.
7. Википедия, свободная энциклопедия. OpenStreetMap [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/OpenStreetMap>, 26.10.11.
8. Welcome to OpenStreetMap [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Main_Page, 26.10.11.

Работа поддерживается Министерством образования и науки Российской Федерации, ГК 07.514.11.4074 (шифр 2011-1.4-514-120-082).