

# ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ РОССИИ

## АВТОРЫ:

ВОРОТНИЦКИЙ В.Э.,  
Д.Т.Н.  
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

КАЛАШНИКОВ А.В.,  
К.Т.Н.  
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

**П**рименение геоинформационных систем в электроэнергетике в целом и в электрических сетях в частности – важнейшее инновационное направление повышения эффективности информационных технологий и принятия на их основе управленческих решений. Геоинформационные технологии (ГИС-технологии) в сочетании с функциональными программно-

техническими комплексами, средствами АСДУ и АИИС КУЭ являются основой для создания и развития интеллектуальных электроэнергетических систем. Цели статьи – определить основные задачи, оценить некоторые тенденции, обсудить проблемы развития и внедрения ГИС-технологий в электрических сетях России и наметить пути решения этих проблем.

**Ключевые слова:** электрические сети, геоинформационные технологии, системы, техническое обслуживание, ремонт, управление.

Проектная информация с помощью ГИС может быть представлена в лаконичной картографической форме с текстовыми пояснениями, графиками и диаграммами



## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

В промышленно развитых странах ГИС-технологии впервые стали применять около 30 лет назад, когда появились электронные карты местности различных масштабов. Первыми пользователями этих электронных карт стали военные ведомства.

По мере развития электронной картографии, вычислительной техники, программного обеспечения, возможностей интеграции географической, специальной графической (в том числе проектной), текстовой и табличной (атрибутивной) информации, область применения ГИС-технологий неизмеримо расширилась. Сегодня ГИС-технологии превратились в индустрию, в которую вовлечены сотни тысяч предприятий и организаций во всем мире. ГИС изучают в школах, колледжах и университетах. ГИС применяют практически во всех сферах человеческой деятельности, начиная с анализа и решения глобальных экологических проблем загрязнения окружающей среды, мониторинга и прогноза чрезвычайных ситуаций, сокращения лесных угодий и заканчивая решением частных задач определения оптимального маршрута между заданными пунктами, позиционирования движущихся объектов на электронной карте, оптимизации прокладки инженерных коммуникаций с учетом рельефа местности и т. п.

С 1999 г. по инициативе Национального географического общества в США каждый год в третью неделю ноября отмечают Всемирный международный день геоинформационных систем. В настоящее время День ГИС становится все более популярным и уже пересек границы США: сегодня более 700 организаций из 80 стран отмечают этот праздник проведением выставок, семинаров, дней открытых

дверей. Цели мероприятий – распространение современного географического знания и расширение осведомленности о ГИС-технологиях среди непрофессионалов.

Формируются и активно реализуются национальные и межнациональные инициативы в сфере глобализации и стандартизации геоинформационных проектов, а именно:

- инициатива США по построению национального ГИС-ресурса для систем управления (NGIS), в т. ч. для отраслевых ГИС и различных приложений;
- европейская инициатива построения системообразующей структуры для систем управления (INSPIRE), в т. ч. для отраслевых ГИС и различных приложений;
- Концепция создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации (РИПД), утвержденная распоряжением правительства Российской Федерации от 21 августа 2006 г. № 1157-р по инициативе Минэкономразвития РФ и ГИС-ассоциации.

Многие организации во всем мире на практике убедились, что одно из основных преимуществ применения ГИС-технологий заключается в новых возможностях повышения эффективности управления бизнесом организации и ее ресурсами на основе объединения имеющихся географических и атрибутивных данных. Постоянно наращиваемая и актуализируемая разными структурными подразделениями база данных позволяет повысить эффективность работы как каждого отдельного подразделения, так и всей организации в целом.

## ИНФОРМАЦИЯ

### ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

#### **Географическая информационная система**

(геоинформационная система, ГИС; geographic (a) information system, GIS, spatial information system) – информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно-координатных данных (пространственных данных). ГИС содержит данные о пространственных объектах в форме их цифровых представлений (векторных, растровых, квадратомерических и иных), включает соответствующий набор функциональных возможностей ГИС, в которых реализуются операции геоинформационных технологий, или ГИС-технологий (GIS technology).

**Геоинформационные технологии** (GIS technology) – технологическая основа создания географических информационных систем, позволяющая реализовать функциональные возможности ГИС.

#### **Функциональные возможности ГИС**

(GIS functionality, GIS functions) – набор функций и соответствующих им программных средств ГИС. Функциональные возможности ГИС включают операции геоинформационных технологий.

## УПРАВЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ АКТИВАМИ ФСК СРЕДСТВАМИ ГИС

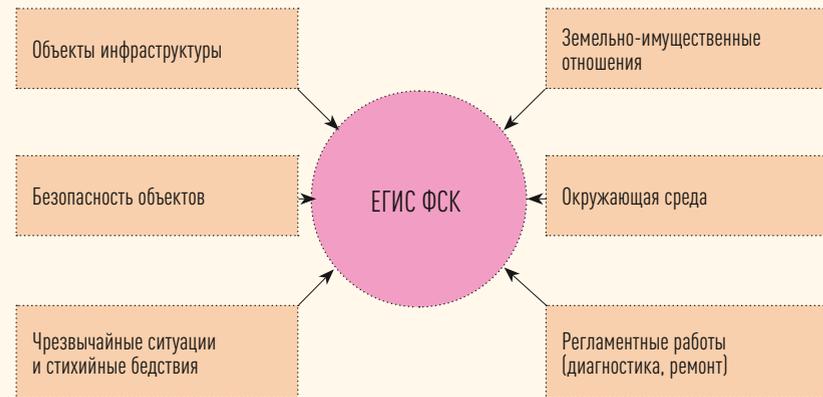


Рис. 1

Опыт применения ГИС, как и других информационных технологий, подтверждает известную истину о том, что лучшая информированность помогает принять оптимальное решение. Однако ГИС не инструмент выдачи решений, а средство, помогающее ускорить и повысить эффективность принятия решений, обеспечивающее быстрые ответы на запросы, удобный анализ пространственных данных, представление результатов анализа в наглядном виде.

Информация, необходимая для принятия решений, может быть представлена с помощью ГИС в лаконичной картографической форме с текстовыми пояснениями, графиками и диаграммами. Наличие доступной для восприятия и обобщения информации позволяет сосредоточить усилия управленца на поиске оптимального решения, не тратя времени на сбор и осмысление разнородных данных.

Уникальные интеграционные возможности ГИС, удобство и эргономичность интерфейса, универсальность в работе с разнородной информацией позволяют использо-

вать ее как своего рода единую точку входа и доступа к ресурсам других информационных систем.

Перечисленные достоинства ГИС-технологий особенно актуальны для электрических сетей, специфической особенностью которых является географическая распределенность их объектов. Вследствие этого для решения большинства оперативно-диспетчерских, эксплуатационных и технологических задач, задач проектирования, развития, модернизации и реконструкции необходимо обработать значительный массив территориально-распределенной информации с ее привязкой к географическим картам местности. Как показывает опыт зарубежных энергокомпаний, ГИС-технологии – мощное, удобное и эффективное средство для такой обработки.

Очевидно, что в перспективе корпоративная ГИС будет играть ведущую роль в производственной и хозяйственной деятельности ОАО «Россети», в обеспечении оперативно-технологического, ситуационно-системного, ситуационно-аналитического управ-

ления и управления эксплуатацией объектов ЕНЭС (рис. 1).

Наиболее перспективно использование ГИС:

- в производственной деятельности, в частности, для мониторинга состояния объектов инфраструктуры; для паспортизации и инвентаризации объектов инфраструктуры; для управления жизненным циклом объектов; для управления действиями аварийно-технических служб и т. д.;
- в инвестиционной деятельности – для планирования и формирования программ развития; для планирования работ по реализации планов развития; для перспективного развития сетей – подключение крупных промышленных центров и объектов;
- в финансовой и правовой сфере (интеграция с учетными системами ФСК) – для мониторинга объектов недвижимости; для учета объектов недвижимости; для контроля и анализа операций с объектами недвижимости; для формирования отчетов по запросам финансовых служб.

С активизацией работ по созданию интеллектуальных электрических сетей и энергосистем применение ГИС-технологий становится особенно актуальным, в первую очередь, в связи с их интеграционной функцией. Роль ГИС в интеллектуальной электрической сети состоит в обеспечении:

- достоверной пространственной информации о местоположении оборудования электрических

## ЕДИНАЯ КОРПОРАТИВНАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОАО «ФСК ЕЭС»

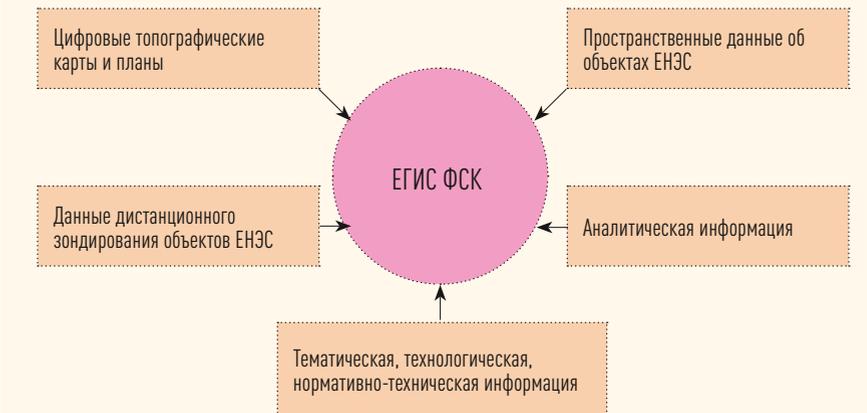


Рис. 2

сетей, о техническом состоянии оборудования и коммутационной аппаратуры;

- паспортных данных оборудования и режимов его работы для принятия оперативных решений по аварийным и ремонтным переключениям, планированию развития сетей и т. п.;
- тесной взаимосвязи электрической и коммуникационной составляющей интеллектуальной электрической сети, в том числе оперативного предоставления информации, поставляемой датчиками состояния оборудования, с визуализацией места расположения этих датчиков;
- пространственной информации о показаниях интеллектуальных приборов учета электроэнергии, о наличии небалансов электроэнергии, сбоях в работе системы учета электроэнергии и многом другом.

Цели внедрения ГИС-технологий на электросетевых предприятиях следующие:

- повышение надежности работы электросетевых объектов и, соответственно, надежности и качества электроснабжения потребителей;
- повышение экономической эффективности передачи и распределения электроэнергии за счет снижения издержек на эксплуатацию, на ремонт энергетического оборудования и затрат на развитие сетей и их реконструкцию.

Руководствуясь этими целями, многие передовые российские электросетевые предприятия уже более 20 лет в инициативном порядке ведут активную работу по внедрению ГИС-технологий.

Одной из первых попыток проанализировать, обобщить опыт и оценить перспективы применения ГИС-технологий в электрических сетях России стал проведенный во ВНИИЭ в 1998 г. российско-немецкий научно-технический семинар «Применение геоинформационных технологий в АСУ электрических сетей» [2].

Основные направления и опыт использования геоинформационных систем в электроэнергетике рассматривались и обсуждались на пленарных заседаниях НТС ОАО РАО «ЕЭС России» в 2002 и 2004 гг. [3, 4]. По решению НТС ОАО РАО «ЕЭС России» в 2005 г. была учреждена отдельная секция НТС «Геоинформационные технологии в электроэнергетике», которая проработала до марта 2008 г. По результатам работы этой секции был подготовлен обобщающий доклад [5] и опубликованы статьи [6, 7].

В настоящее время основные направления по внедрению ГИС-технологий в электрических сетях России сводятся к следующему:

1. Ведется активная работа по созданию ГИС ОАО «ФСК ЕЭС» в составе корпоративной системы управления пространственно распределенными ресурсами (КСУПР). Эта ГИС позволит (рис. 2):

- организовать достоверный, эффективный и наглядный учет активов компании средствами воздушного лазерного сканирования энергетических объектов, трасс воздушных линий электропередачи и площадок подстанций с привязкой паспортных данных энергообъектов к географической информации;
- проводить быстрый и наглядный анализ отклонений от нормативов: вертикалей опор; длин пролетов, стрел провеса проводов и грозотросов; монтажных тяжений,

## ИНФОРМАЦИЯ

ТЕРМИНЫ  
И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Реализация геоинформационных проектов (GIS project)** – создание ГИС в широком смысле включает этапы предпроектных исследований (feasibility study), в том числе изучение требований пользователя (user requirements) и функциональных возможностей используемых программных средств ГИС, технико-экономическое обоснование, оценку соотношения затраты/прибыль (cost/benefits), системное проектирование ГИС (GIS designing), включая стадию пилот-проекта (pilot-project), разработку ГИС (GIS development), ее тестирование на небольшом территориальном фрагменте, или тестовом участке (test area), прототипирование, или создание опытного образца прототипа (prototype), внедрение ГИС (GIS implementation), эксплуатацию и использование.

габаритов при пересечении ВЛ между собой, с автодорогами и с водными пространствами; габаритов до растительности, строений и земли;

- моделировать процесс изменения пространственного положения проводов и грозозащитных тросов из-за колебаний температуры окружающей среды;
- моделировать природные

и техногенные процессы, протекающие на земной поверхности вблизи энергообъектов, в особенности те, которые представляют угрозу для этих энергообъектов: пожары, наводнения, ураганы, торнадо и т.п.;

- прогнозировать динамику роста древесно-кустарниковой растительности вдоль трасс ВЛ.

2. Создается информационная база для решения актуальной эксплуатационной и технологической задачи – технического обслуживания и ремонта (ТОиР) оборудования электрических сетей с учетом его технического состояния (ТС). По сравнению с традиционными методами планово-предупредительных ремонтов ТОиР по ТС позволит значительно уменьшить время ремонтного простоя оборудования, минимизировав необходимые материальные, финансовые, кадровые ресурсы, и снизить издержки на ремонты за счет определения приоритетов выполнения ремонтных работ и их очередности.

Применение ГИС-технологий при этом позволяет частично или полностью сократить персонал линейных обходчиков и соответствующих служб.

Кроме того, внедрение ТОиР по ТС позволит:

- повысить производительность ТОиР и коэффициент готовности оборудования;
- сократить объем аварийных работ и излишки запасов материалов и запасных частей;
- уменьшить случаи нехватки запасов и время ожидания материалов;
- сократить число срочных закупок;
- снизить цену постав-

ляемого оборудования и материалов.

Как известно, индикатором снижения уровня технического состояния ВЛ и подстанций служит рост технологических нарушений и неисправностей:

- на опорах и фундаментах ВЛ;
- на проводах, грозотросах и контактных соединениях;
- в подвесках и линейной арматуре;
- на трассах ВЛ;
- основного оборудования ПС (трансформаторов, выключателей, порталльных опор и т.п.).

В условиях систематического дефицита финансовых и материальных ресурсов для обновления, реконструкции и восстановления физически изношенного оборудования электрических сетей постоянный мониторинг их технического состояния и определение приоритетов ТОиР становятся все более актуальными. Техническое состояние объектов электросетевого комплекса оценивается по данным инструментальной диагностики и дефектоскопии, по результатам анализа отклонений параметров ВЛ и ПС от нормативных значений с учетом контроля пространственного мониторинга инфраструктуры ВЛ и ПС (объектов и их элементов). По результатам оценки ТС и соответствия нормативным требованиям составляется ведомость отклонений характеристик и параметров состояния ВЛ и ПС от нормативных требований, выполняется ранжирование отклонений, планируется выполнение ТОиР с определением перечня необходимых работ, сроков их выполнения, перечня оборудования и материалов, с составлением смет ремонта.

Система управления ТОиР – это целый комплекс операций по управлению сетевыми активами на всех этапах жизненного цикла оборудования ВЛ и ПС, начиная от покупки участка под ВЛ и ПС и заканчивая их утилизацией и изъятием из обращения. При этом система ТОиР взаимодействует с:

- корпоративной информационной системой управления (КИСУ);
- корпоративной системой управления пространственно распределенными ресурсами;
- корпоративной системой управления технической информацией и проектным делом (КСУТИ);
- системой управления земельно-имущественным комплексом (СУЗИК);
- системой диагностики и мониторинга оборудования ПС и ВЛ;
- диагностическими и технологическими задачами оперативного управления ресурсами электрических сетей;
- ERP-системами (кадры, склад и пр.).

3. С использованием данных КСУПР в 2006 г. выполнена, в частности, оценка технического состояния построенной в 2005 г. ВЛ 500 кВ «Бурейская ГЭС – Хабаровская ПС» длиной 430 км, с количеством опор 1200. По результатам облета трассы и лазерного сканирования этой практически новой ВЛ выявлен целый ряд строительных и монтажных дефектов, требующих незамедлительного устранения. На примере ОАО «Тюменьэнерго» проведена предварительная оценка эффективности перехода от планово-предупредительных ремонтов к ТОиР по ТС. Установлено, что экономия может составить 15–20% от бюджета по ТОиР уже

в первый год после внедрения.

4. В настоящее время определены задачи по развитию технологии планирования ТОиР по ТС на основе использования данных КСУПР и ГИС ОАО «ФСК ЕЭС»:

- разработка и реализация методов расчета и прогнозирования показателей надежности электрооборудования с учетом оценки ТС и мониторинга режимов его работы;
- разработка вариантов принятия решения о замене оборудования и определение предельного срока его эксплуатации (остаточного ресурса) с учетом оценки и мониторинга ТС;
- разработка вариантов оптимизации сроков и объемов ремонта электрооборудования с учетом его ТС;
- создание алгоритмов, информационного и программного обеспечения оптимальной организации ТОиР на базе комплексного использования новых информационных технологий: ГИС, SCADA, АСУТП, АСКУЭ, программ управления проектами, фондами и электросетевыми активами.

Такие методы и модели уже разработаны в ОАО «Холдинг МРСК», ведется большая работа по созданию соответствующей базы данных. Особенно активно эта работа проводится в МРСК Центра, Северо-Запада, Урала и др.

Однако сказанное выше не означает, что следует совсем отказаться от систем планово-предупредительных ремонтов. Истина, скорее всего, находится где-то посередине.

А поскольку практика является критерием истины, то практика выполнения ТОиР и должна показать, где находится эта середина.

5. Существенно расширена область применения автоматизированной информационной системы контроля гололедообразования (АИСКГ) на юге России. В частности, установлены пункты контроля гололедообразования в «Ростовэнерго», «Ставропольэнерго», «Кубаньэнерго», «Волгоградэнерго», включающие датчики гололедной нагрузки, автоматические метеопосты, устройства передачи и приема данных, которые покрывают практически всю гололедоопасную территорию юга России. Разработано и внедрено программное обеспечение для централизованного сбора, обработки данных о гололедно-ветровой ситуации и формирования оптимальной стратегии борьбы с гололедом в регионе. Применение АИСКГ позволяет своевременно принимать правильные решения по организации борьбы с гололедообразованием в регионе, выполнять плавки гололеда в оптимальной последовательности, контролировать их окончание. Топографическая привязка пунктов контроля гололедообразования в АИСКГ к геоинформационной системе в составе КСУПР существенно повысит эффективность использования как АИСКГ, так и КСУПР в целом.

6. Опыт разработки и внедрения геоинформационных систем в составе КСУПР показал, что методики и технологии учета сетевых активов, дистанционного мониторинга отклонений параметров оборудования электрических сетей от нормативов, формирования баз паспортных и электрических параметров электрических сетей вполне применимы как для сетей напряжением 220 кВ и выше, так и для сетей 0,4–110 кВ распределительных сетевых компаний (РСК), муниципальных электрических сетей, сетей

освещения и контактных сетей, сетей промышленных предприятий, сетей электроснабжения крупных месторождений, карьеров, шахт, а также для магистральных и распределительных нефтяных и газовых трубопроводов, тепловых сетей и т. п.

7. Продолжаются работы по внедрению ГИС-технологий в распределительных электрических сетях ОАО «Ленэнерго», ОАО «Московская объединенная электросетевая компания», ОАО «Янтарьэнерго», ОАО «Кузбассэнерго» и др., в ряде муниципальных электрических сетей. Определен перечень функций и задач, решение которых целесообразно и эффективно с помощью ГИС-технологий предприятиями, обслуживающими электрические сети 0,4–110 кВ. К таким функциям и задачам относятся:

- ведение паспортной информации по подстанциям, в том числе:
  - планы подстанций и планы размещения оборудования;
  - нормальные и текущие оперативные однолинейные схемы подстанций;
  - схемы вторичных цепей;
  - техническая документация по релейной защите и автоматике;
  - технические паспорта всех видов силового оборудования, включающие типовые данные и индивидуальные характеристики;
- ведение паспортной информации по линиям электропередачи, в том числе:
  - трассы ЛЭП на плане местности, отображение планов опор, габаритов пролетов, переходов, пересечений, просек

- и смежных объектов;
- схемы ЛЭП на плане местности, моделирование рельефа и построение вертикальных профилей трасс линий электропередачи;
- технические паспорта ЛЭП, включающие в себя паспорта опор, пролетов, марки проводов и троса (для воздушных ЛЭП), марки кабелей, описания муфт (для кабельных ЛЭП); представление комбинированных линий;

- ведение информации по абонентам, в том числе:
  - технические условия на присоединение электрических нагрузок абонента (индивидуальные, типовые, суточные графики);
  - информация по требованию электрических абонентов;
  - отображение абонентов на картах и схемах сетей;
  - расчет стоимости переданной электроэнергии;

- ведение эксплуатационной информации, в том числе:
  - ведение журналов работ на подстанциях и линиях;
  - ведение подробной информации по работам в форме событий, включающей в себя описание выполненных работ, с указанием исполнителей, выявленных неисправностей и их причин, проведенных измерений (испытаний), а также рекомендаций по дальнейшим работам;
  - планирование текущих

- и капитальных ремонтов по техническому состоянию оборудования;
- формирование графиков работ на основе планов, типовых программ мероприятий (например, подготовка к паводку, к зиме);
- контроль исполнения графиков работ, предупреждение о срочных работах;
- ведение журналов замеров по объектам;

- ведение оперативных схем электрических сетей с их привязкой к электронным картам, в том числе:
  - отображение текущих и нормальных оперативных схем сетей (электронный мнемощит);
  - отображение в схемах текущих положений выключателей и значений контрольных параметров по данной телеметрии;
  - получение технической информации по линиям и оборудованию напрямую с оперативных схем;
  - отображение карт уставок защит;
  - экспресс-анализ сети: автоматическая раскраска фидеров, выделение подключенной части сети, построение списка отключенных абонентов, выделение частей сети, питаемых от одной станции, секции, ячейки;
  - ведение журналов коммутаций;
- инвентаризация оборудования, в том числе:

- ведение межевых дел, планов земельных участков, угодий, зон отчуждения и обременения;
- ведение инвентарных номеров, дат выпуска, ввода в эксплуатацию, отслеживание технического состояния, движения оборудования;

- интеграция ГИС с системами автоматизации контроля и учета электроэнергии, в том числе:
  - архивирование и отображение показаний счетчиков электроэнергии по данным АИИС КУЭ;
  - формирование значений потребленной электроэнергии по результатам расчета режима сети;
  - расчет фактических потерь электроэнергии в сети и отдельных элементах (трансформаторах, линиях) для последующего анализа и оптимизации потерь;

- интеграция ГИС с информационно-вычислительными системами по электрическим расчетам, в том числе:
  - автоматическое формирование расчетной модели на основе имеющихся оперативных, нормальных или любых других схем, текущих технических параметров;
  - изменение конфигурации, подключение новых нагрузок и т. п.;
  - расчет установившихся режимов сети;
  - расчет токов короткого замыкания в сети;
  - расчет селективности

- работы защит и выбор уставок защит;
- оптимизация распределения нагрузок между подстанциями, секциями шин подстанций и фидерами, отходящими от секций;
- имитационное моделирование послеаварийных ситуаций сети с помощью:
  - указания места и типа повреждения;
  - локализации повреждения имитацией отключения выключателей;
  - подсветки локализованной части сети;
  - выделения на плане местности цветом объектов, потерявших электроснабжение;
  - формирования списка объектов, которые потеряли электроснабжение в результате аварийной ситуации;
  - расчет технологических потерь мощности и энергии в сети с классификацией по видам потерь и визуализацией на схемах и картах;
  - расчет суточных колебаний режима с учетом суточных графиков нагрузки потребителей;
- пространственные расчеты, в том числе:
  - построение зон отчуждения и обременения вдоль линий, в районе подстанций;
  - построение зон затопления по модели рельефа карты сетей и выделение затопляемых объектов;
  - транспортные расчеты: построение оптимального маршрута проезда к пунктам проведения работ,

- анализ транспортной доступности;
- выполнение разнообразных пространственных запросов и пространственно-атрибутивных запросов, в том числе поиск на картах и схемах объектов с указанным наименованием, инвентарным номером или адресом;

- формирование запросов и отчетов, в том числе:
  - подготовка стандартных отчетов по разнообразным выборкам объектов, задаваемым пользователем: разнообразных ведомостей, инвентарных отчетов, подсчета объемов (в условных единицах), графиков работ, отчетов по выполненным работам и др.;
  - построение выборок в простом диалоговом режиме и настройка способа выбора;
  - построение запросов и вывод результатов в настраиваемые таблицы, в формы перечней объектов, высвечивание на схемах и картах сетей;

- интеграция с системами телеметрии и SCADA, в том числе:
  - прием, обработка, архивирование и рассылка телеметрической информации в различных форматах;
  - использование телеметрической информации для мониторинга режима и потерь (на основе расчета режима) в темпе процесса.

## ТРЕХМЕРНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПОДСТАНЦИИ «МОГОЧА»



Рис. 3

Перечисленные выше функции геоинформационных систем предприятия, обслуживающего электрические сети, реализованы во многих программно-технических комплексах, в том числе в программном комплексе электрических сетей Indor Power [8, 9].

8. Одним из перспективных направлений геоинформатики является создание 3D- и многомерных ГИС-моделей электросетевых объектов (рис. 3). Включение в геопрограммную модель дополнительных измерений: высоты, времени, стоимости, метеоусловий и др. – позволяет моделировать разнообразные ситуации в виртуальном пространстве и существенно расширяет функциональные возможности прикладного применения для управления электросетевыми объектами на всех этапах жизненного цикла. Так, 3D-ГИС позволяет:

- формировать достоверное и наглядное трехмерное представление соору-

- жений и оборудования объекта во всех ракурсах и планах;
- предоставлять техническую и справочную информацию с помощью 3D-модели объекта и оборудования;
- контролировать коллизии на этапе проектирования и строительства и своевременно устранять ошибки в проектно-сметной документации;
- осуществлять быстрое внесение изменений во все разделы документации при изменении проектных решений за счет связанности всех элементов модели между собой (следствие этого – сокращение сроков проектирования);
- осуществлять контроль хода строительства по срокам календарного плана при сопоставлении состояния по оперативной

- кинофотосъемке и вида 3D-модели объекта на текущую дату;
- получать точные метрические данные об объектах;
- получать высокотехнологическую информационную поддержку при организации безопасности объекта;
- обучать, инструктировать персонал и организовывать работы на особо опасных объектах.

Ряд возможностей трехмерной геоинформационной системы апробирован в ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» на примере ПС 220 кВ «Могоча» (рис. 3 и 4). В реальном 3D-ГИС-проекте разработаны и проверены технологии непрерывного сбора пространственной и технологической информации, созданы геоинформационные инструменты управления электросетевым объектом на разных этапах жизненного цикла. Основное внимание в этой работе уделялось созданию

## ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ И СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

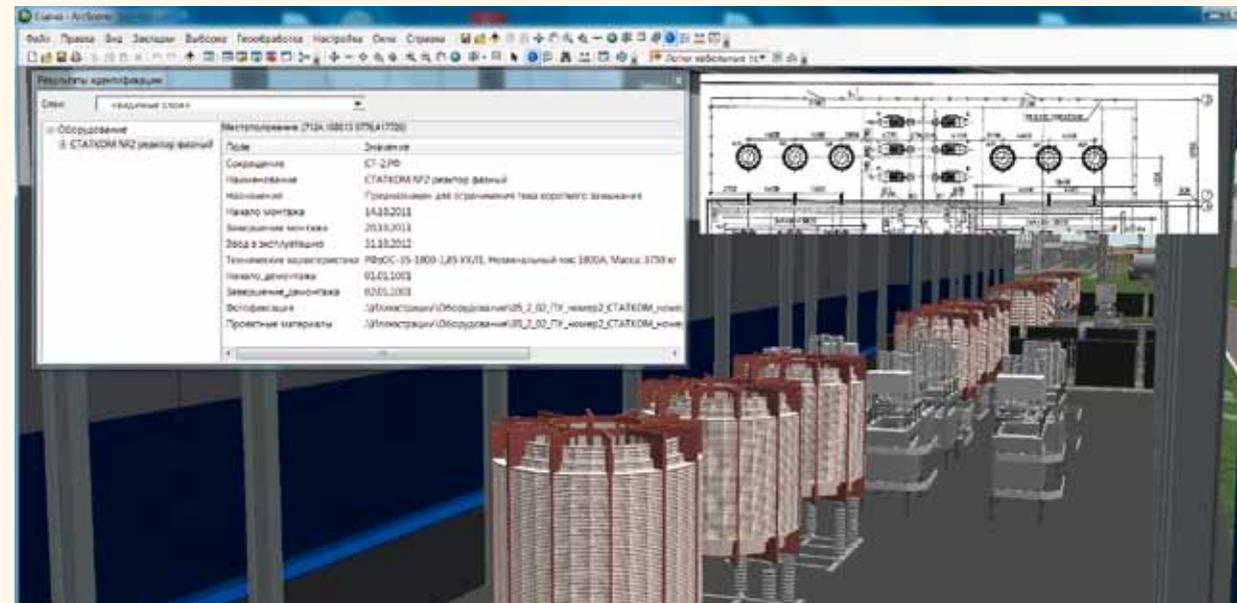


Рис. 4

информационной объектно ориентированной трехмерной модели ПС «Могоча».

## ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Как показал анализ разработок и внедрения ГИС-технологий в электроэнергетике России, все эти разработки выполняются в инициативном порядке и находятся на существенно различном уровне развития в зависимости от заинтересованности заказчиков и объемов финансирования. Причем эти разработки никем не координируются, не анализируются, что необходимо для формирования единой корпоративной политики применения ГИС-технологий. Это уже привело к более чем 20-летнему отставанию России в этой области от промышленно развитых стран.

ГИС-технологии не нашли пока применения и в практике проектирования электрических сетей, хотя в промышленно развитых странах такой подход давно стал обычным и является не только существенным подспорьем в проектировании, но в первую очередь средством, обеспечивающим достоверное и актуализированное представление пространственной и параметрической информации для проектирования.

Инициативные работы, которые проводятся отдельными заинтересованными организациями, заслуживают безусловной поддержки и одобрения. Однако эти работы так и останутся инициативными, если не координировать их на уровне отрасли, при отсутствии стандартизации и унификации информационных обменов между программными комплексами и базами данных, без определения приоритетов в решении эксплуатационных и технологических задач предприятий электроэнергетики, без достаточ-

ного финансирования и единой технической политики в области создания и развития ГИС-технологий в электроэнергетике.

Обычно при создании корпоративных геоинформационных систем возникают типичные проблемы, связанные с недооценкой сложности всех аспектов реализации проекта. Самыми распространенными проблемами являются, в частности:

- упрощенный подход к разработке ГИС и ее компонентов, непонимание сложности и специфики геоинформационных технологий и необходимости участия в разработке системы высококвалифицированных специалистов в области цифровой картографии, баз геоданных, фотограмметрии, картографического и 3D-моделирования, пространственной аналитики, классификации

геоданных и разработки геоинформационных моделей данных, картографической семиотики, генерализации и визуализации, разработки ГИС-интерфейса и специализированных программных средств. Типичная ошибка заказчиков корпоративных ГИС – заказ разработки системы специалистам IT, которые компетентны лишь в отдельных узких вопросах геоинформатики; недооценка значения качества цифровых карт – информационной основы ГИС, определяющей функциональные возможности ГИС. Низкое качество цифровой картографической информации по точности, полноте, содержанию, актуальности, топологичности и др. свойствам сводит на нет главные преимущества геоинформационных систем: пространственную аналитику, наглядность и эргономичность применения, интеграцию с другими информационными системами; создание большого количества локальных решений, не согласованных между собой, решающих частные задачи отдельных подразделений крупной компании; отсутствие стандартов, методологической базы и регламентирующих документов предприятия и отрасли в целом по тематике ГИС приводит к бессистемному и непоследовательному внедрению геоинформационных технологий, распылению выделяемых материаль-

ных средств и ресурсов, нерациональному использованию накапливаемых корпоративных геоданных. Отчасти в этом причина информационной разнородности пространственных данных и, как следствие, их противоречивости и несовместимости.

В целях научно-технологического сопровождения работ, связанных с внедрением в ОАО «ФСК ЕЭС» геоинформационных систем, в июне 2011 г. был создан центр геоинформационных систем и технологий, сотрудники которого имеют большой опыт в реализации проектов по созданию корпоративных, муниципальных, отраслевых ГИС, разработке стандартов, ГИС-технологий.

Основными направлениями деятельности подразделения являются методологическое и научно-техническое обеспечение работ по созданию корпоративной ГИС ФСК ЕЭС, определение ключевых и перспективных направлений развития геоинформационных технологий в интересах ЕНЭС России, экспертиза предлагаемых к внедрению решений в данной области.

В связи с вышесказанным на двух пленарных заседаниях НТС ОАО РАО «ЕЭС России» (в 2002 и 2004 гг.) и на большинстве заседаний секции «Геоинформационные технологии в электроэнергетике» предлагалось разработать концепцию создания и внедрения ГИС-технологий в электрических сетях. К сожалению, такой концепции до сих пор нет, хотя для отдельных МРСК они уже разрабатываются [10]. Единая концепция позволила бы подготовить долгосрочную программу действий по ликвидации все увеличивающегося отставания электроэнергетики

России от развитых стран по использованию геоинформационных технологий в практике проектирования и эксплуатации отечественных электрических сетей.

В концепции необходимо определить основные принципы применения ГИС-технологий в различных предметных областях электросетевых задач. Построение и внедрение ГИС для электрических сетей необходимо выполнить на единых информационных стандартах (с применением CIM-моделей) [11], действующих в рамках распределенной базы данных (БД), с интеграцией в Smart Grid [12]. В концепции должны быть:

- отражены отечественный и зарубежный опыт применения ГИС-технологий для решения электросетевых задач;
- представлены функции и характеристики основных промышленных ГИС (в части электросетевых задач);
- рассмотрены первоочередные электросетевые технологические задачи, решение которых целесообразно с применением ГИС-технологий;
- определены принципы стандартизации формирования и хранения информации;
- предусмотрены хранение, обработка и отображение информации об экономических показателях деятельности сетевых компаний и филиалов средствами ГИС.

В концепции необходимо также указать основные требования к системному и прикладному программному обеспечению (ПО) при реализации ГИС-технологий для решения электросетевых задач.

В концепции должна быть разработана перспективная программа развития работ с указанием конкретных сроков выполнения, исполнителей и объемов финансирования. В концепции необходимо определить:

- роль и место геоинформационных технологий как инструмента системы поддержки принятия решения (СППР) по управлению работой электросетей в РФ;
- предметную область применения ГИС-технологий для обеспечения общесистемной надежности электроэнергетики;
- принципиальные преимущества единых подходов применения ГИС-технологий для СППР в электроэнергетике.

## ВЫВОДЫ

1. Применение ГИС-технологий имеет более чем 30-летнюю историю и охватывает сегодня практически все сферы человеческой деятельности. Трудно переоценить важность использования ГИС-технологий в электроэнергетике России, в том числе в электрических сетях.

2. ГИС-технологии не являются панацеей от всех проблем электросетевого комплекса, но могут оказать весьма эффективным средством для принятия правильных решений по управлению функционированием и развитием электрических сетей всех уровней напряжения.

3. Внедрение и эксплуатация ГИС-технологий требует значительных финансовых, материальных и человеческих ресурсов и затрат. Чтобы эти затраты окупились, необходимо четкое представление

о производственно-хозяйственных задачах, которые будут решаться с применением этих технологий.

4. Для преодоления существенного отставания России от промышленно развитых стран в области применения ГИС-технологий в электроэнергетике необходима единая техническая политика Минэнерго России и ОАО «Россети», единая концепция создания и внедрения ГИС-технологий в электросетевом комплексе России.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Берлянт А. И., Кошкарев А. В. Толковый словарь основных терминов по геоинформатике. Инженерные коммуникации и геоинформационные системы (ГИС). Материалы первого учебно-практического семинара. – М., 1997.
2. Информационные материалы российско-немецкого научно-технического семинара «Применение геоинформационных технологий в АСУ электрических сетей». – М.: ВНИИЭ, 1998.
3. Отчет о совместном заседании бюро НТС РАО «ЕЭС России» и подсекции информационных технологий в энергетике секции «Управление режимами ЕЭС, средствами и системами диспетчерского и технологического управления в электроэнергетике» научно-технического совета РАО «ЕЭС России» по теме «Концепция и практика использования геоинформационных систем (ГИС) в электроэнергетике», 18.12.2002, Москва.
4. Отчет о пленарном заседании НТС ОАО РАО «ЕЭС России» по теме «Разработка и использование геоинформационных систем (ГИС) в электрических сетях ОАО «ФСК ЕЭС» и «АО-энерго», 23.09.2004, Москва.
5. Отчет секции «Геоинформационные технологии в электроэнергетике» НТС ОАО РАО «ЕЭС России» «Опыт и перспективы применения геоинформационных технологий на предприятиях электроэнергетики», март,

## ИНФОРМАЦИЯ

### ПРЕИМУЩЕСТВО ГИС

Геоинформационные системы – многофункциональные средства анализа, в сочетании с программно-техническими комплексами, средствами АСДУ и АИИС КУЭ являются основой для создания и развития интеллектуальных электроэнергетических систем.

2008, Москва.

6. Воротницкий В. Э., Моржин Ю. И. О концепции и практике использования геоинформационных технологий в электрических сетях // Электрические станции, 2004, № 8.
7. Воротницкий В. Э. Опыт, задачи и перспективы применения геоинформационных технологий на предприятиях электроэнергетики // Энергоэксперт, 2012, № 3.
8. Indor Power. Информационный комплекс электрических сетей. Рекламный проспект ООО «ИндорСофт. Инженерные сети и дороги», Томск.
9. Сарычев Д. С. Применение геоинформационных систем в прикладных задачах электроэнергетики // Электро, 2007, № 6.
10. Дудаков А., Колмогоров А. Построение геоинформационной системы / Сб. ОАО «МРСК Урала». Техническая политика и инновационные решения. – Екатеринбург, 2012.
11. Куприяновский В. П., Тищенко П. А., Секнин А. А., Магдеев Р. А., Герасимов С. И., Басин М. Б. Влияние моделей данных стандарта CIM на ГИС-моделирование сетевых энергетических предприятий. – Москва, 2012.
12. Куприяновский В. П., Савицкий Д. В., Щербина С. В., Тищенко П. А. Готова ли ваша ГИС к Smart Grid? По следам исследования Esri по энергетическим компаниям // Энергоиздат, 2012, № 3. ■