

## ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

В.В. Гохман (Компания Esri CIS)

*Показано, что геоинформационные системы (ГИС) являются неотъемлемой частью цифровизации различных областей промышленности и народного хозяйства. Приведены два показательных примера использования ГИС ArcGIS в электросетевых компаниях: в АО «Мособлэнерго» (Россия) и Enerjisa DC (Турция). Отмечены преимущества, которые получили электросетевые компании и их клиенты от использования современных возможностей ГИС.*

*Ключевые слова: геоинформационные системы, цифровизация, электросетевые компании, Web-приложения, электроэнергетика, геопространственные данные.*

### Введение

Геоинформационная система (ГИС) обеспечивает создание, управление, анализ и отображение всех типов данных. ГИС соединяет контент с электронной картой, объединяя данные о местоположении с разными типами описательной информации об этих вещах. Это обеспечивает основу для картографирования и аналитики, которые используются в науке и почти во всех отраслях промышленности. ГИС помогает понять закономерности, отношения и их географический контекст. Это позволяет людям увидеть мир таким, какой он есть, позволяет предпринять шаги, чтобы изменить его к лучшему.

Создание устойчивого мира подразумевает нахождение баланса между экономическим развитием, нашей природной средой и социальной эволюцией. В центре поиска этих решений лежит географическое мышление и целостные подходы к решению проблем, которые объединяют информацию из разных дисциплин и поддерживают интегрированные и совместные действия.

Постоянные достижения, делающие ГИС более доступными (приложения, Web-карты и аналитика местоположения), помогают стимулировать этот рост. Кроме того, множество способов интеграции ГИС с другими технологиями создают захватывающие гибриды, такие как GeoAI, GeoBIM и цифровые двойники на основе ГИС, основанные на IoT и изображениях всех типов.

Пользователи ГИС начинают все в большей мере открывать для себя некоторые из этих новых возможностей. Организации все чаще разрабатывают стратегические планы геопространственной инфраструктуры, которая не только укрепляет их деятельность, но и связывает их с другими. В мире наблюдается взрывной рост объемов данных. Проблема не столько в том, как производить данные, а в том, как использовать их и управлять ими. И поскольку большая часть этих данных имеет компонент местоположения, ГИС обеспечивает логическую основу для организации, анализа и применения всех этих геопространственных данных. Эта растущая способность способствует развитию и сотрудничеству.

Семейство ПО ArcGIS было разработано и продолжает развиваться, чтобы легко внедрять геопространственную инфраструктуру и управлять ею. Некоторые из ключевых возможностей,

поддерживающих этот процесс, включают расширенные ГИС-серверы со встроенными порталами, которые поддерживают создание, обнаружение и использование распределенных геопространственных сервисов. Эти серверы объединяют все типы контента и предоставляют ведущие возможности для картографирования, визуализации и пространственной аналитики. ArcGIS также включает мощные настольные, Web-, мобильные технологии и среду для разработчиков, которые являются частью интегрированной системы. Вместе они предоставляют организациям все необходимые технологии для реализации и использования модели геопространственной инфраструктуры.

Рассмотрим два примера использования ГИС, реализованных на базе ArcGIS, для решения задач в области электроэнергетики.

### Создание геоинформационной системы в Мособлэнерго (Россия)

Вопросы эффективного управления деятельностью электрических сетей в отдельных регионах и в целом по стране, по сути, постоянно присутствовали в повестке дня с самого начала реформирования российской электроэнергетики. В поисках приемлемой модели страна прошла путь от тотального раздробления электросетей с надеждой, что всё отрегулирует рынок, до понимания того, что в целях энергетической безопасности страны и блага потребителей никак нельзя выпускать из рук рычаги управления отраслью как в центре, так и на местах. Именно осознание этого факта сделало одним из стратегических приоритетов консолидацию электросетевых активов, которая день ото дня набирает силу.

Для реализации этих целей Правительством Московской области создано АО «Московская областная энергосетевая компания» (Мособлэнерго), которое более 15 лет предоставляет услуги по технологическому подключению к электрическим сетям, транспортировке электроэнергии, участвует в повышении надежности электроснабжения потребителей и координации работы множества организаций, выполняющих функции распределения электроэнергии [1].

За этот период Мособлэнерго смогло стать крупнейшей сетевой компанией Подмосковья. Зона деятельности компании охватила практически всю территорию Московской области, где она обслуживает



вводимых в ГИС, поддерживается с помощью профессиональных программных средств ArcGIS. В приложении ModelBuilder разработана схема, с помощью которой в автоматическом режиме после выгрузки данных из программы 1С происходит обновление атрибутивной информации по заявкам.

Для оперативного поиска и получения необходимой атрибутивной информации создано Web-приложение (рис. 1), позволяющее по идентификатору заявки (договора) или кадастровому номеру найти объект на карте, отобразить необходимую территорию и оценить ситуацию для принятия решения о подключении энергоустановок клиентов к электрическим сетям. Приложение было создано в двух вариантах: с использованием Internet и без него.

Создание единой базы данных на сервере Мособлэнерго и потребность в организации распределенного доступа к ней из региональных подразделений потребовало проведения подготовительной работы по оптимизации данных. Так как наполнение базы данных происходит из различных источников, была проведена унификация справочников для производственных данных, например таких, как:

- тип и марка кабеля (провода);
- уровень номинального напряжения;
- число и сечение жил линий электропередач;
- число и номинальная мощность трансформаторов;
- технические характеристики строительной части энергообъектов (материалы фундамента, стен, кровли для трансформаторных подстанций, опор линий электропередач).

В общей сложности переработано более 40 справочных таблиц.

Для использования всей аналитической мощи программного комплекса ГИС предстоит произвести большой объем работ по переводу существующей сети линий электропередач в топологически связанную сеть. Будет разработан уникальный идентификатор для трансформаторных подстанций, планируется введение и унификация новых характеристик для подстанций и линий электропередач (ячейка, фидер).

Также предполагается дальнейшее развитие единой электросети – оптимизация хранения данных, сокращение времени отклика при осуществлении запросов к базе данных и разработка решений следующих аналитических задач:

- проведение расчетов загрузки элементов электрической сети (трансформаторов, воздушных и кабельных линии электропередач);
- моделирование аварийных режимов на участках электрической сети;
- прогнозирование возникновения аварийных ситуаций в «узких местах» энергосистемы;
- автоматическое построение оптимальных маршрутов трасс подключения новых потребителей по заданным оператором условиям;

- интеграция ГИС с существующими в Мособлэнерго корпоративными информационными системами (разработка программного модуля, позволяющего осуществлять экспорт/импорт атрибутивных данных из имеющихся систем).

В настоящее время система развивается и оснащается новыми функциями, отвечающими потребностям компании и ее подразделений [1].

#### **Использование ГИС-технологии сетевой электrorаспределительной компанией Enerjisa DC (Турция)**

Турецкая сетевая электrorаспределительная компания Enerjisa DC с недавнего времени сталкивается с достаточно специфическими проблемами: на обслуживаемой ею территории, помимо неоднородного распределения населения и большого разнообразия климатических и топографических условий, отмечается крупномасштабный приток сирийских беженцев, направляющихся через турецкую границу. Приток беженцев, мигрировавших из Сирии в Турцию, увеличил численность населения страны на 3,6 млн. человек, что привело к неожиданному скачку спроса на электроэнергию. В настоящее время в районах, обслуживаемых предприятием Enerjisa DC, проживают около 1,5 млн. иммигрантов. Для удовлетворения растущих потребностей в энергоресурсах и возможности сбалансировать функционирование систем по всей стране сетевые компании-операторы должны точно знать текущую ситуацию на местах и планировать совместные действия на будущее [2].

Каждый четвертый житель Турции использует электроэнергию, поставляемую компанией Enerjisa DC, – а это 21 млн. чел. в трех регионах общей площадью 110 тыс. км<sup>2</sup>, на территории которых расположено 14 городов. Различия между этими регионами с точки зрения климата, рельефа местности, демографии и пространственного распределения населения очень велики и имеют специфику.

Сельскохозяйственные угодья составляют почти 50% территории Турции. В этих сельских районах электричество обычно используется на полную мощность лишь 3 мес. в году, в основном непосредственно перед сезоном сбора урожая и во время него. В остальные месяцы потребление электроэнергии гораздо ниже, и поэтому Enerjisa решила не прокладывать дорогие подземные кабели, а в основном использовать воздушные линии электропередач, инвестируя в экономически более выгодную наземную инфраструктуру. Но из-за суровых погодных условий в некоторых наиболее отдаленных районах полевые бригады предприятия должны постоянно контролировать работоспособность и обслуживать электросеть и прочее оборудование.

Шесть лет назад предприятие начало использовать интеллектуальные цифровые карты (smart maps), созданные с помощью технологии географических информационных систем (ГИС), для более эффективного управления рабочим процессом, в том числе в удаленных и труднодоступных местах. Операторы



Рис. 2. Упавшая под тяжестью льда опора вследствие ледяной бури в гористом районе Турции

также использовали аналитические возможности ГИС для планирования своих инвестиционных решений с учетом растущих потребностей населения в качественных услугах. Задача обеспечения бесперебойной подачи электричества в критически важные места, такие как школы и больницы, обусловила необходимость внесения изменений в существовавшую ранее энергосистему. Enerjisa DC должна обладать полной информацией о ситуации по всей своей распределительной сети.

Предприятие должно было поддерживать непрерывную работоспособность инфраструктуры, несмотря на возможные сбои и неполадки. В Enerjisa DC занято более 6500 выездных сотрудников для обслуживания и ремонта оборудования и устранения неисправностей на местах. Для выполнения своих функций в полном масштабе полевым бригадам требовались мобильные цифровые приложения. Компания начала использовать ГИС-приложения для быстрого сбора данных на местах и загрузки их в офис. Вся информация, которую теперь использует Enerjisa DC, была преобразована в структурированные данные, доступные для персонала.

Раньше специалистам компании приходилось физически выходить в поле каждый раз, когда надо было выявлять проблемные места, проверять возникшие неисправности или сбои (рис. 2). Теперь фактическое число и местонахождение клиентов, которых затронули неисправности и сбои, а также продолжительность и частоту перебоев с подачей электроэнергии можно анализировать намного быстрее и точнее и оперативно принимать соответствующие меры.

Операторы предприятия обращаются к интеллектуальным картам и актуализируемым базам геоданных, чтобы определить точное местоположение и состояние оборудования, не отправляя персонал в поле на предварительную рекогносцировку. Обладая достоверной

информацией, предприятие может обеспечить бесперебойное обслуживание, в том числе при ухудшении погодных условий и независимо от характера местности в удаленных районах.

Так, в регионе метрополии AYEDAS, где расположена азиатская сторона Стамбула, одно прерывание услуг нередко затрагивает 10 тыс. человек. Специалисты компании по карте и базе данных могут быстро и точно выявить проблемное место и всех затронутых им клиентов и для начала отправить им SMS-сообщения, содержащие информацию о причине отключения электроэнергии и о том, когда будет возобновлена подача электричества. Благодаря использованию технологий ГИС Enerjisa DC удалось обеспечить высокий уровень сервиса для клиентов [2].

#### Заключение

Существует мнение, что во времена большого социального кризиса внедрение новых технологий заметно ускоряется. Например, ряд урбанистов считает, что массовая пандемия испанского гриппа 1918 г., которым заразилось около трети населения Земли и от которого умерло 20...50 млн. человек, ускорила автомобилизацию общества. Тогда многие люди впервые реально осознали, что использование автомобилей для активизации жизни в пригородах позволяет им избежать плотной городской среды и общественного транспорта, и это навсегда изменило структуру урбанизированных территорий. Сегодня новые цифровые технологии столь же заметно изменяют наши городские агломерации и наш образ жизни. Цифровая инфраструктура меняет нашу жизнь и работу. На наших глазах с ускорением развивается электронная коммерция, доставка товаров на дом, автономный транспорт общение с помощью таких инструментов коммуникации, как Zoom [3].

Применение ГИС в области энергетики позволяет повысить уровень сервиса для клиентов, оптимизировать работу энергосетевых компаний, повысить надежность функционирования энергообъектов. В современных условиях технологии ГИС активно развиваются, разрабатываются новые функции, удовлетворяющие разнообразные запросы клиентов. ГИС являются одним из приоритетных направлений использования в области энергоэнергетики в условиях цифровизации.

#### Список литературы

1. Самохина А.В., Овчаренко А.Н. ГИС на службе энергетиков // ArcReview. 2020. №1(92).
2. Meehan B. Turkey's Enerjisa Drastic Improves Country's Electric Service // ArcReview. 2020. №2 (93).
3. Данджермонд Д. Геопространственная подзарядка экономического восстановления и инноваций // ArcReview. 2021. №1(94).

*Гохман Валерий Вениаминович – заместитель главного редактора ArcReview.  
Контактный телефон (495) 988-34-81.  
<https://www.esri-cis.ru>*