

О практическом использовании QR-кодов в гео-информационной системе.

Устинов Н.А., Намиот Д.Е.

Аннотация—В основу статьи положена выпускная работа, выполненная одним из авторов во время прохождения программы дополнительного обучения на факультете ВМК МГУ им. М.В. Ломоносова. В статье рассматривается практическая модель использования QR-кодов в задачах гео-информатики, связанных с поддержкой и сопровождением распределенных технических систем. В рамках предложенной модели гео-позиционирование заменяется навигацией по обслуживаемым объектам.

Ключевые слова—QR-код, гео-информатика, позиционирование.

I. ВВЕДЕНИЕ

В основу статьи положена выпускная работа, выполненная как часть программы дополнительного обучения на факультете ВМК МГУ им. М.В. Ломоносова [1]. В данной работе рассматриваются основные проблемы, с которыми сталкиваются российские электросетевые компании в процессе управления распределительными электрическими сетями, среди которых сбор и поддержание актуальных данных по обслуживаемой инфраструктуре, предоставление этих данных оперативным выездным бригадам на месте проведения работ, обеспечение точного позиционирования бригад относительно обслуживаемого оборудования. Для решения этих задач рассматриваются современные технологии гео-информатики, позиционирования и автоматической идентификации на основе символьного кодирования и предлагается совместное решение, обеспечивающее комплексную поддержку работы оперативных выездных бригад.

Предложенная технология позволяет решить следующие задачи:

1. Автоматизировать процессы сбора и ведения информации по всему электросетевому хозяйству (ЭСХ). Обеспечить средства представления этой информации в формате, упрощающем восприятие

Статья получена 15 ноября 2013.

Устинов Николай – выпускник программы дополнительного образования факультета Вычислительной Математики и Кибернетики Московского государственного университета им. Ломоносова

Намиот Дмитрий Евгеньевич – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории Открытых Информационных Технологий факультета Вычислительной Математики и Кибернетики Московского государственного университета им. Ломоносова.

больших объемов данных и принятие решений.

2. Обеспечить доступ к этой актуальной информации ремонтным выездным бригадам на месте проведения работ.

3. Обеспечить максимально простой процесс/интерфейс получения этой информации, не требующий профессиональных знаний и навыков в информационных технологиях (ИТ) и легкое восприятие запрашиваемой информации.

4. Обеспечить позиционирования ремонтных выездных бригад относительно обслуживаемых объектов ЭСХ с соблюдением требований Российского законодательства в области пространственных данных.

5. Максимально задействовать общедоступные технологии и средства связи, а также имеющиеся на предприятиях информационные системы, избежав при этом масштабных капиталовложений в развитие коммуникационной и информационной инфраструктуры, также в дорогостоящее оборудование.

Основными видами деятельности электросетевых компаний являются:

- оказание услуг по передаче электроэнергии и иных услуг, неразрывно связанных с процессом снабжения электрической энергией потребителей;
- технологическое присоединение энергопринимающих устройств (энергетических установок) юридических и физических лиц к электрическим сетям.

Основными активами, составляющими производственный потенциал электросетевых компаний, являются распределительные сети, состоящие из:

- Питающих центров (подстанции среднего и высокого напряжения – 35, 110 кВ);
- Воздушных и кабельных линий среднего и высокого напряжения – 35 и 110 кВ;
- Распределительные пункты и трансформаторные подстанции низкого напряжения 10, 6 и 0,4 кВ;
- Воздушные и кабельные линии низкого напряжения 10, 6 и 0,4 кВ.

Электросетевые компании эксплуатируют огромное электросетевое хозяйство (сотни тысяч километров линий электропередач, десятки тысячи подстанций, миллионы единиц оборудования). Весьма важным при ремонте и плановом обслуживании элементов оборудования является вопрос обеспечения

позиционирования мастеров ремонтных бригад относительно оборудования электросетевого хозяйства. Иными словами, это ответ на вопрос о том, как мастеру (ремонтной бригаде) дать возможность определить рядом с каким элементом оборудования он (она) находится. Сюда же включается возможность получить информацию именно по этому оборудованию и оборудованию, топологически с ним связанному. В настоящее время процесс предоставления данной информации персоналу, работающему «в поле» не реализован. В ряде случаев бригадам доступны только бумажные планшеты со схематикой времен проектирования, что, как правило, очень сильно разнится по сравнению с текущим состоянием. Статистика несчастных случаев на производстве с собственными сотрудниками электросетевых компаний косвенно это подтверждает.

В данной работе для решения этих задач предлагается рассмотреть технологии QR-кодирования [2].

II. ГЕО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Географическая информационная система (ГИС) - современная компьютерная технология для картографирования и анализа объектов реального мира, происходящих и прогнозируемых событий и явлений. Гео-информационные системы отображают пространственные данные. Пространственные данные – это цифровые данные о пространственных объектах, включающие сведения об их местоположении и свойствах, пространственных и непространственных атрибутах.

Для задач управления ЭСХ ГИС предоставляют следующие возможности:

- Визуализация данных с пространственной составляющей – отображение на карте или 3D модели.
- Измерение пространственных свойств объектов, таких как длины и площади. Например, длина воздушной линии (ВЛ) и отдельного сегмента проводника. Существуют специальные методики, закрепленные, например, в государственных стандартах для расчета необходимой длины проводника между опорами ВЛ. Эти методики учитывают материал проводников, напряжение, условия среды эксплуатации, допустимые провисания и многие другие факторы. Однако, без знания точного расстояния между опорами линии электропередач (ЛЭП) расчет невозможен. На рисунке 1 представлена карта из ГИС. Другой пример – расчет площади земельных участков при проведении землеустроительных работ, оформлении кадастровых документов на земли отчуждения вдоль просек ВЛ и т.д.

Третий пример – это планирование вырубок в полосах просек ВЛ. Расчет стоимости работ на проведение вырубок основывается на площади участков растительности, попавших в полосы отчуждения ВЛ и угрожающих их нормальному функционированию.

Принципиальным для электроэнергетиков также является знание о взаимном расположении объектов –

элементов ЭСХ относительно других элементов ЭСХ, например, к какому шлейфу подключена та или иная ТП, от какого центра питания запитан конкретный трансформатор в конкретный момент времени.

Если у группы потребителей нет света, то на какой линии следует искать неисправное оборудование, как изолировать (обесточить) место проведения ремонтных работ и как быстро восстановить подачу электроэнергии отключенным потребителям по временной схеме в течение всего периода проведения ремонтных работ. Т.е. важно не только взаимное расположение объектов в пространстве, но также знание об отношении объектов эксплуатируемой инфраструктуры между собой – отношения принадлежности (трансформатор расположен на подстанции) и отношения связности (потребитель подключен к конкретной линии, которая запитана с конкретной подстанцией).

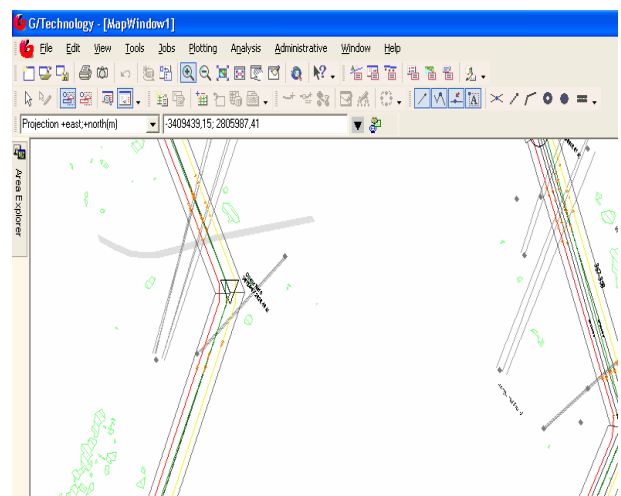


Рисунок 1. Карта ЛЭП

Еще одной важной функциональной особенностью инженерной ГИС является множественность представлений одних и тех же информационных объектов. Отображение объектов на электронных картах не всегда удобно для решения специфических прикладных задач. Для энергетиков большое значение имеет отображение компонентов модели ЭСХ также на технологических схемах. Рисунки 2 и 3 иллюстрируют различные варианты представления оборудования электроподстанции.

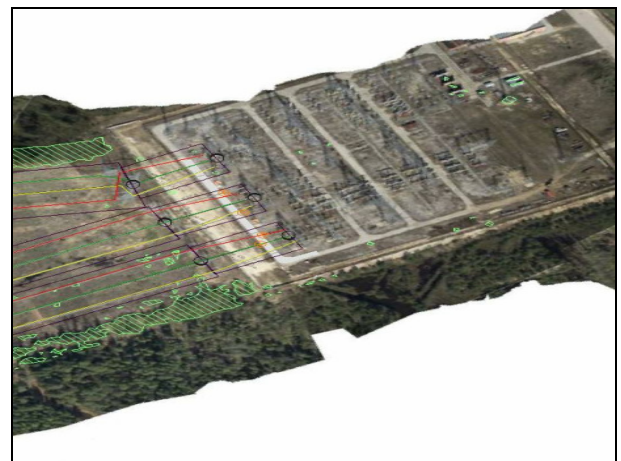


Рисунок 2. Электронная карта

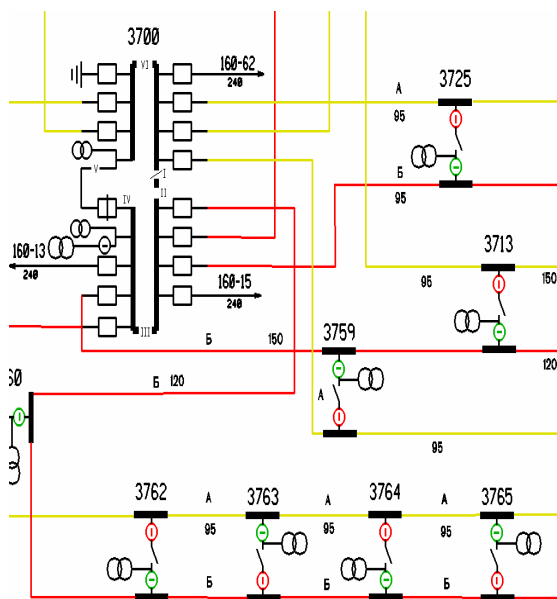


Рисунок 3. Технологическая схема

Говоря о гео-информационных технологиях, следует также рассмотреть вопросы правового регулирования картографической деятельности и деятельности компаний, решивших внедрить промышленные инженерные ГИС системы. В России присутствует своя специфика, которая вносит ряд ограничений на использование ГИС для управления электрическими сетями. Например, нельзя публиковать точные координаты электрических подстанций и местоположение высоковольтных линий электропередач. Но, как было замечено ранее, для решения задач управления ЭСХ вовсе необязательно знание истинных координат объектов. Принципиальным является знание о взаимном расположении объектов и расположении относительно элементов гражданской инфраструктуры и природных комплексов.

III. ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ

Позиционирование здесь рассматривается с точки зрения применения для решения задач ремонтных выездных бригад электросетевых компаний относительно обслуживаемых объектов ЭСХ. Эту задачу можно разделить на 2 подзадачи:

- Позиционирование относительно объектов ЭСХ, расположенных в открытой местности, например, воздушных или кабельных линий, отдельных конкретных опор, подстанций, точки на линии, удаленной от подстанции на конкретное расстояние. По сути, это классическое использование привычных навигационных сервисов, только вместо поиска обычного адреса или точки интереса (POI – Point of Interest) на карте, объектом поиска является элемент распределительной сети. Для решения этой задачи, подойдут технологии, обеспечивающие точность позиционирования 5-10 и даже 20 метров.

- Позиционирование внутри помещений (так называемое indoor позиционирование [3]). Прежде

всего, это позиционирование внутри подстанций относительно отдельных элементов оборудования, например, трансформатора, размыкателя, батареи конденсаторов и т.п. Эта задача сводится к тому, чтобы дать возможность мастеру ремонтной бригады однозначно определить перед каким элементом оборудования он находится, а затем отобразить его на графическом представлении. В данном случае карта не совсем уместна, а больше подойдет технологическая мнемосхема.

Поскольку работа с координатами объектов ЭСХ ограничена, а присутствующая необходимость организации позиционирования в помещениях требует других методов, чем просто GPS определение с помощью мобильного телефона, было принято решение полностью отказаться от традиционного позиционирования. Позиционирование было заменено кодированием объектов ЭСХ. Идея состояла в том, чтобы с помощью имеющегося мобильного телефона (смартфона) работник ремонтной бригады мог распознать визуальный код и автоматически получить на этот телефон (планшет и т.д.) всю необходимую эксплуатационную информацию в нужных форматах. Такая схема полностью исключает координатную информацию из системы хранения, а также решает проблему точности при позиционировании в помещениях. Последнее верно потому, что при визуальном кодировании мы сами выбираем степень детализации, и, следовательно, кодироваться могут и достаточно мелкие компоненты ЭСХ.

Основной задачей кодирования является автоматическая идентификация, т.е. возможность удобно и быстро считывать эту информацию с помощью специальных сканеров. В зависимости от типов конечных графических представлений все коды делятся на 3 категории линейные (или одномерные), двумерные и трехмерные.

Линейный штриховой код (штрихкод) — это последовательность чёрных и белых полос, представляющая некоторую информацию в удобном для считывания техническими средствами виде (рисунок 4).

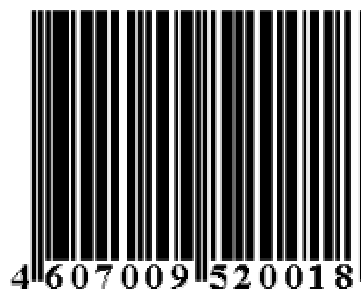


Рисунок 4. Линейный код

Двумерными называются символы, разработанные для кодирования большого объема информации. Расшифровка такого кода проводится в двух измерениях (по горизонтали и по вертикали).

QR код - (от англ. quick response- быстрый отклик) – это двумерный штрихкод, разработанный японской фирмой Denso-Wave в 1994 году. В этом штрих-коде кодируется

разнообразная информация, состоящая из символов (включая кириллицу, цифры и спецсимволы). Информация, вообще говоря, может быть произвольным текстом. Чаще всего на сегодняшний день QR-коды применяются для кодирования адресов сайтов (гиперссылок) и номеров телефонов. Один QR-код может содержать 7089 цифр или 4296 букв, или 2953 байта. Особенность QR-кода в том, что его легко распознать даже фотокамерой в мобильном телефоне (Рисунок 5).



Рисунок 5. QR-код

Обобщая основные преимущества и недостатки рассматриваемых технологий кодирования для решения задач автоматической идентификации, можно сформулировать следующие требования:

- При выборе технологии кодирования наиболее важными критериями, которые необходимо учитывать, являются ограничение объема кодируемой информации и требования к устройствам создания символик кода и их считывания.
- Также важным является возможность технологии обеспечивать коррекцию ошибок при считывании меток и распознавание информации с частично поврежденных меток.
- Для решения задач кодирования большого количества объектов (как например, единицы электросетевого оборудования) наиболее подходящими представляются технологии двумерного черно-белого кодирования, обеспечивающие считывание и распознавание символик кода с помощью камер, встраиваемых в мобильные телефоны или смартфоны.

Наиболее полно задачам кодирования огромного количества элементов ЭСХ соответствует технология с использованием QR-кодов, так как она позволяет закодировать в одном коде максимальное количество символов, дешифровать частично поврежденную QR-метку и не требует специального оборудования (как например сложные линейные коды или трехмерные коды) для считывания метки. Для печати QR-метки достаточно чёрно-белого принтера, а распознавание метки осуществляется при помощи цифровой камеры, встроенной в мобильный смартфон. Иными словами, элементы ЭСХ в системе снабжаются визуальными метками (QR-кодами). Эти метки служат ключом для получения доступа к технической документации о данном элементе. По сути, географическая навигация

заменяется навигацией по маркированным (по факту – обслуживаемым) элементам. Схема решения изображена на рисунке 6.

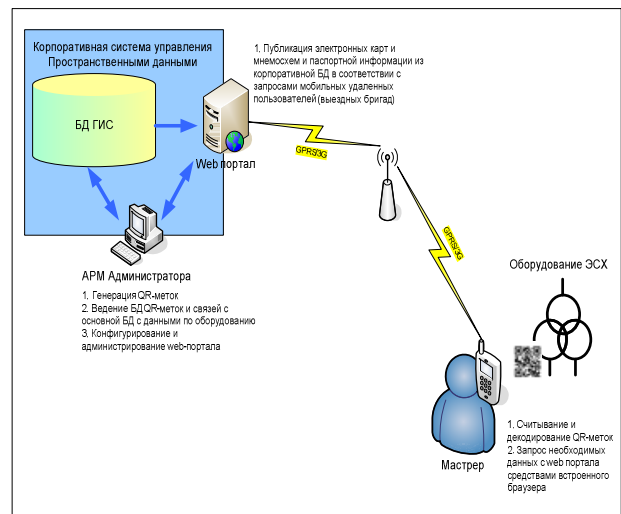


Рисунок 6. Схема решения

Основные элементы оборудования подстанций, хранимые в базе данных ГИС, кодируются уникальными QR-кодами. Т.е. каждому элементу соответствует уникальная QR-метка. Далее эти метки прикрепляются к оборудованию так, чтобы они могли быть легко считаны. Бригада, прибыв на место выполнения работ для технического обслуживания или ремонта конкретной единицы оборудования, считывает соответствующую метку при помощи камеры, встроенной в мобильный телефон. Далее эта метка дешифрируется и отправляется запрос на сервер с параметрами, позволяющими точно идентифицировать данный объект. На сервере эта информация обрабатывается и на смартфон бригады возвращается электронная схема или карта, на которой представлен данный объект. Например, если QR-метка присвоена трансформаторной подстанции низкого напряжения, то бригаде отправляется фрагмент карты, на которой видно ее окружения, питающий ее центр, подключенные потребители. Если отсканированная QR-метка, присвоена отдельному трансформатору на распределительной подстанции, то на смартфон передается технологическая мнемосхема, которая панорамируется в браузере на объекте, метка которого отсканирована. Полученная схема или карта представляется в интернет браузере мобильного смартфона мастера бригады. Данный вариант достаточно прост и не требует от мастера ввода какой-либо информации при помощи малоудобной клавиатуры мобильного смартфона.

Говоря о схожих проектах, мы можем отметить, например, работу [4], где аналогичные QR-коды используются для навигации в помещении. В качестве результата при распознавании штрих-кода получается схема перемещения в районе сканированной метки. Физические постеры, как ключ к получению контекстно-зависимых сервисов описаны в работе [5].

Контекстно-зависимые формы для представления QR-кодов описаны в работе [6]. Речь идет о специальном распознавателе QR-кодов, который в случае декодирования некоторого внешнего URL автоматически добавляет к нему параметры, описывающие контекст. В качестве такой контекстной информации использовались, в первую очередь, данные о сетевой близости [7,8].

Контекстно-зависимые вычисления, включая и работу с QR-кодами, входят в число приоритетных направлений лаборатории ОИТ [9,10].

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Устинов Н.А., Намиот Д.Е. Применение технологий геоинформатики и QR-кодирования для поддержки работы оперативных выездных бригад электросетевых компаний // VI Международная научно-практическая конференция. Современные информационные технологии и ИТ-образование Сборник избранных трудов, Москва, 2011, стр. 757-763
- [2] Liu, Y., Yang, J., & Liu, M. (2008, July). Recognition of QR code with mobile phones. In Control and Decision Conference, 2008. CCDC 2008. Chinese (pp. 203-206). IEEE.
- [3] Liu, H., Darabi, H., Banerjee, P., & Liu, J. (2007). Survey of wireless indoor positioning techniques and systems. Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on, 37(6), 1067-1080
- [4] Абдрахманова А.М, Намиот Д.Е Использование двумерных штрихкодов для создания системы позиционирования и навигации в помещении //Прикладная информатика, 2013, № 1, С.31—39.
- [5] Rukzio, Enrico, Albrecht Schmidt, and Heinrich Hussmann. "Physical posters as gateways to context-aware services for mobile devices." Mobile Computing Systems and Applications, 2004. WMCSA 2004. Sixth IEEE Workshop on. IEEE, 2004.
- [6] Namiot, Dmitry, Manfred Snep-Snepe, and Oleg Skokov. "Context-aware QR-codes." arXiv preprint arXiv:1307.7597 (2013).
- [7] Namiot, D., & Snep-Snepe, M. (2013, March). Wireless Networks Sensors and Social Streams. In Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA), 2013 27th International Conference on (pp. 413-418). IEEE.
- [8] Namiot D., Snep-Snepe M. Geofence and Network Proximity //Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking. – Springer Berlin Heidelberg, 2013. – С. 117-127.
- [9] Намиот, Д., & Сухомлин, В. (2013). О проектах лаборатории ОИТ. International Journal of Open Information Technologies, 1(5), 18-21.
- [10] А.А. Волков, Д.Е. Намиот, М.А. Шнепс-Шнеппе. О задачах создания эффективной инфраструктуры среды обитания //International Journal of Open Information Technologies. – 2013. – Т. 1. –No. 7. –С. 1-10.

On the practical use of QR-codes in the geo-informatics system.

N. Ustinov, D. Namiot

Abstract— This article is based on the diploma thesis completed at the Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics Moscow State University. The article discusses the practical use of QR-codes in the problems of geo-informatics related to support and maintenance of distributed technical systems.

Keywords—QR-code, geo-informatics, positioning, geocoding.