УДК 004.023

М.М. Милихин, Ю.Б. Гриценко, Ю.А. Шурыгин

Методика организации процесса мониторинга торговых и промышленных объектов с использованием геоинформационных технологий

Рассмотрены проблемы, с которыми сталкиваются организации, занимающиеся обслуживанием сети территориально распределенных подконтрольных торговых и промышленных объектов. В условиях отсутствия единой платформы для сбора и обработки данных с учетом требований заинтересованных сторон в процессе мониторинга применяются различные программные средства и информационные технологии, что увеличивает фрагментацию и дублирование данных и затрудняет совместный доступ к актуальным данным в рамках предметной области. Проведен анализ научной литературы, на основании которого сформулирована структура процесса мониторинга. Сделан вывод о том, что особенности рассматриваемой предметной области требуют развития существующих подходов к организации методик сбора, хранения и последующего анализа сведений о подконтрольных объектах. Предложена методика организации мониторинга торговых и промышленных объектов с использованием геоинформационных технологий, которая позволяет решить выявленные проблемы процессов ведения базы геоданных подконтрольных территориально распределенных объектов за счет применения веб-ГИС. Разработанная методика апробирована на примере реальной задачи мониторинга подконтрольных торговых объектов и может быть использована для решения задач ведения базы пространственно-атрибутивных данных территориально распределенных объектов в других предметных областях.

Ключевые слова: мониторинг торговых объектов; мониторинг промышленных объектов; веб-ориентированные геоинформационные системы; пространственно-атрибутивные данные.

doi: 10.21293/1818-0442-2017-20-4-82-86

Организации, занимающиеся обслуживанием сети территориально распределенных торговых или промышленных объектов, в ходе своей деятельности сталкиваются с необходимостью проведения периодических выездных работ на подконтрольных объектах. Необходимость работ может быть обусловлена действующими нормативно-правовыми актами или требованиями промышленной безопасности. Так, системы охранно-пожарной сигнализации и пожаротушения требуют проведения периодического своевременного технического обслуживания. Сроки перезарядки и проверки средств первичного пожаротушения предусмотрены действующим на территории Российской Федерации сводом правил [1, 2], а здания, не подвергающиеся своевременно обследованию технического состояния и экспертизе промышленной безопасности, характеризуются повышенным риском возникновения аварийных ситуаций [3].

Отметим, что помимо нормативно-правовых документов контрольные сроки проведения мониторинга могут быть также установлены принятым техническим регламентом или эксплуатационной документацией соответствующего торгового или промышленного оборудования, а в случае решения маркетинговых задач могут быть заданы лицом, принимающим решения, с учетом целей и методик проведения конкретного маркетингового исследования.

Мониторинг территориально распределенных объектов

Под мониторингом будем понимать функцию постоянного наблюдения за каким-либо объектом, процессом или явлением с целью выявления его состояния и тенденций изменения этого состояния, а также с целью выявления соответствия модели или исходному положению [4].

Описанная в научной литературе [5–10] структура процесса мониторинга может быть представлена как последовательность четырех основных этапов:

- 1) постановка задач мониторинга;
- 2) выбор объектов мониторинга;
- 3) формирование индивидуальных заданий на мониторинг для полевых работников;
- 4) проведение выездных работ.

Рассмотрим каждый из этих этапов более подробно.

Постановка целей мониторинга предполагает формулирование задач и формы отчетности, которая в дальнейшем будет использована полевыми работниками при проведении выездных работ.

Выбор объектов мониторинга предполагает формирование совокупности объектов мониторинга на основе базы данных подконтрольных организаций в пределах целевого региона мониторинга и последующую фильтрацию в соответствии с принятыми нормативно-правовыми документами только тех объектов, которые необходимо посетить при проведении работ.

Результатом этапа формирования индивидуальных заданий является разбиение объектов мониторинга на кластеры, соответствующие отдельным полевым работникам или бригадам. При этом в рамках каждого кластера необходимо выбрать оптимальное время и маршрут следования работников с учетом особенностей дорожной ситуации и графика работы клиентских организаций.

Завершающим этапом работы является непосредственное проведение выездных работ, по результатам которых будет сформирована отчетность о результатах мониторинга.

Выявленная структура процесса позволяет сформулировать следующие требования, которые необходимо удовлетворить в рамках отдельных этапов мониторинга:

- менеджер, отвечающий за организацию мониторинга, может формировать уникальную форму отчетности для полевых работников в рамках каждого отдельного проекта;
- форма отчетности о результатах выездных работ может использоваться повторно в разных проектах;
- количество работников, участвующих в проведении выездных работ, может варьироваться от одного человека до нескольких бригад, работающих параллельно;
- менеджер в соответствии с установленными регламентами определяет выборку территориально распределенных объектов, на основании которой в дальнейшем будут сформированы индивидуальные задания на мониторинг для технического персонала;
- менеджер выдает задание бригаде технического персонала в форме кластера объектов, которые необходимо посетить, и в форме сбора данных о результатах мониторинга, которую необходимо заполнить для каждого объекта;
- маршрут технического персонала внутри кластера должен быть спланирован оптимальным образом для минимизации временных и финансовых издержек;
- форма сбора данных о результатах мониторинга состоит из полей, каждое из которых предназначено для заполнения данными определенного типа и формата, и может включать также фотографии объекта мониторинга или другие сопутствующие электронные документы;
- по окончании обхода кластера работник передает результаты менеджеру для дальнейшей обработки и проведения анализов результата выполненных работ.

В условиях отсутствия единой платформы для сбора и обработки данных для выполнения отдельных функциональных требований исполнителей применяются различные программные средства и информационные технологии. Перечисленные выше особенности предметной области позволяют выявить ряд проблем, возникающих при проведении исследования.

Отсутствие единого стиля заполнения форм вследствие отсутствия единых справочников-классификаторов приводит к тому, что однотипные данные заполняются работниками в разном стиле. Возникновение проблем вероятно в случае необходимости качественной оценки какого-либо аспекта функционирования объекта мониторинга, возможности использования разных единиц измерения для количественных характеристик или при использовании работниками разных форматов данных для оценки одних и тех же параметров.

Кроме того, список объектов мониторинга, подлежащих обходу каждым аудитором, необходимо

формировать вручную для каждого нового задания, что также создает дополнительные временные издержки для менеджера, при этом возможности оптимизации методов ручного формирования кластеров значительно ограничены.

Организация полевой работы аудиторов требует наличия программных продуктов, предоставляющих возможности сбора отчетности от полевых работников с использованием форм установленного вида, просмотра задания, выданного менеджером, а также ГИС общего назначения, предоставляющей возможности навигации по заданным точкам. Для формирования отчета о выполнении задания на мониторинг обычно применяются специализированные программные продукты для мобильных устройств. Форматом обмена данными между программными системами в таком случае, как правило, выступают электронные таблицы. Обработка таких таблиц и приведение полученных данных к единому стандарту требуют дополнительных временных затрат. Кроме того, хранение больших объемов данных и необходимость организации доступа сотрудников компании к актуальным версиям документов предполагают наличие регламента синхронизации данных между рабочими станциями сотрудников и специального программного обеспечения для выполнения такой синхронизации.

Отчетность по результатам мониторинга может быть представлена в виде электронных таблиц или файлов в форматах, поддерживаемых распространенными инструментальными ГИС, и, таким образом, требует специализированных программных средств для ее просмотра.

Методика мониторинга торговых и промышленных объектов с использованием геоинформационных технологий

Для решения задачи организации процесса мониторинга подконтрольных торговых и промышленных объектов при выполнении сервисных работ с учетом выявленных требований была разработана оригинальная методика с использованием геоинформационных технологий.

Применение веб-ориентированных геоинформационных технологий позволяет задействовать ГИС-сервис в качестве информационной основы разработанной методики. Методика предполагает участие всех основных участников процесса: руководства компании, менеджера проекта и технического персонала, – в рамках последовательного выполнения нескольких этапов аудита, включающих постановку задач и формирование форм отчетности о выполнении работ, выбор оптимальной маршрутной сети мониторинга и назначение заданий аудиторам. Алгоритм постановки задачи выбора маршрутной сети представлен на рис. 1.

Основные этапы мониторинга

1. Постановка целей мониторинга.

Постановка целей мониторинга предполагает формулировку целей и задач исследования в виде запросов заинтересованных сторон, которые будут

служить основой для формирования списка отчетных документов по проекту.

Рис. 1. Алгоритм постановки задачи выбора маршрутной сети мониторинга

Отчетность по результатам мониторинга может быть представлена в аналитической или графиче-

ской форме, а структура отчетности, в свою очередь, может быть представлена в виде набора описаний необходимых полей или тематических слоев. В случае проведения повторного аудита может быть выбрана ранее использованная форма сбора данных, которая в случае необходимости может быть модифицирована в соответствии с новыми требованиями к данным.

Структура входных данных задается в виде шаблона карточки описания объекта мониторинга, содержащего все необходимые и достаточные для формирования отчетности по результатам текущего мониторинга поля, характеризующиеся определенным типом данных, накладываемыми ограничениями на возможные значения поля, названием и принадлежностью к некоторой группе характеристик.

Форма сбора данных совместно с задачами исследования позволяет задать перечень целевых торговых и промышленных объектов, сведения о состоянии которых будут необходимы для формирования отчетности по результатам мониторинга. Генерация совокупности предполагает выборку всех объектов, удовлетворяющих некоторому набору критериев, которые, в свою очередь, должны быть основаны на выявленных ранее задачах и структуре выходных данных.

2. Выбор объектов для исследования.

Система веб-ГИС в соответствии со структурой выходных данных и имеющимся на текущий момент описанием объектов мониторинга производит автоматическую фильтрацию всех объектов, содержащих незаполненные или устаревшие сведения. На основании полученной выборки объектов мониторинга формируется перечень точек, которые необходимо посетить агентам для актуализации первичных данных исследования. Такой перечень включает основные атрибутивные и пространственные характеристики, необходимые для выдачи заданий технического персоналу. Сформированный перечень объектов, подлежащих обходу в рамках проведения полевых работ, должен быть затем сохранен в виде отдельного тематического слоя веб-ГИС.

3. Формирование индивидуальных заданий для технического персонала.

После определения выборки объектов, которые необходимо посетить, происходит формирование заданий для технического персонала. Исходная выборка разбивается на кластеры, соответствующие отдельным полевым работникам. В рамках каждого кластера выбирается оптимальное время и маршрут следования агента с учетом особенностей дорожной ситуации и графика работы торговых точек. При этом формулировка задания и выбор оптимальной маршрутной сети для полевых работников в рамках мониторинга подконтрольных объектов предполагает наличие активного взаимодействия между основными участниками процесса – менеджера проекта и аудитора – с использованием в качестве инструментов достижения поставленных целей веб-ГИС и программной подсистемы выполнения расчетов.

Менеджер выбирает аудиторов для проведения полевых работ и устанавливает дополнительные критерии поиска решения задачи нахождения оптимальной маршрутной сети мониторинга.

К таким критериям относятся дата проведения полевых работ и параметры поиска оптимальных маршрутов для транспортных средств аудиторов. После этого постановка задачи передается в программную подсистему выполнения расчетов, которая выполняет необходимые вычисления, используя реализованный эвристический алгоритм решения ЗКВ. Готовое решение задачи в виде тематического отчета загружается в веб-ГИС [11]. Доступ к сформированному отчету предоставляется всем участвующим в проекте сотрудникам в соответствии с их ролью. Аудиторы получают задание в виде тематического слоя кластера объектов, которые необходимо посетить, и формы сбора данных, которые необходимо заполнить для каждого объекта.

4. Осуществление сбора данных.

Завершающим этапом работы является сбор данных о функционировании подконтрольных объектов мониторинга полевыми работниками и загрузка полученных данных в централизованное хранилище данных для последующей обработки. Аудиторы последовательно посещают все точки маршрута в установленном порядке и заполняют формы сбора данных, представленные в виде карточек пространственных объектов в пользовательском интерфейсе веб-ГИС-клиента. Для каждого объекта мониторинга веб-ГИС-сервер по запросу веб-ГИС-клиента формирует структуру карточки объекта и сохраняет значения всех заполненных аудитором характеристик, а также прикрепленные документы и фотографии в хранилище пространственно-временных данных.

Введенные аудитором атрибутивные данные становятся автоматически доступны менеджеру проекта в режиме онлайн. Менеджер может наблюдать вносимые полевыми работниками изменения как в формате исходных данных, заполненных при посещении объекта мониторинга, так и в виде специально сформированных для конкретного проекта графических отчетов.

По завершении сбора данных доступ к таким графическим отчетам может быть предоставлен руководству компании в системе веб-ГИС.

Апробация методики мониторинга территориально распределенных объектов

Апробация и внедрение методики организации процесса мониторинга торговых и промышленных объектов с использованием геоинформационных технологий были проведены в ООО «Все для общепита» (г. Новокузнецк), занимающимся поставками оборудования для пищевых производств, кафе и ресторанов, для решения задачи планирования и организации работ по установке и регламентному обслуживанию оборудования. Компания предоставляет услуги в рамках Новокузнецкой агломерации и юга Кемеровской области. Тестовая эксплуатация проводилась в период с января по март 2017 г. Для оценки

эффективности использования внедренной методики с октября по декабрь 2017 г. был введен учет времени, расходуемого на планирование и согласование графика выездных работ в рамках деятельности компании.

В рамках внедрения разработанной методики была сформирована база организаций, выполнявших заказ торгового оборудования в компании, и организаций, имеющих соглашения о проведении плановых работ по техническому обслуживанию оборудования. Общее количество организаций составило 82 компании. Для каждой такой организации в системе веб-ГИС была заполнена карточка, содержащая основные сведения об организации, а также перечень оборудования, требующего проведения регламентных работ. При поступлении новых заказов на поставку оборудования в базу данных веб-ГИС вносились сведения о заказчиках, приобретенном оборудовании и желаемой дате проведения выездных работ по установке и настройке оборудования. На основании сформированных описаний карточек организаций в системе веб-ГИС были настроены тематические картографические отчеты, отображающие торговые объекты разными цветами, в зависимости от необходимости скорого проведения плановых работ. Кроме того, в системе фиксировались заявки на проведение внеочередного ремонта оборудования в случае его выхода из строя.

На основании тематических отчетов ежедневно формировались индивидуальные задания для технического персонала с учетом планового времени выполнения работ. Сотрудники использовали версию веб-ГИС для мобильного телефона для просмотра текущих заданий и формирования отчета о их выполнении.

Использование разработанного программного комплекса веб-ГИС, реализующего методику организации процесса мониторинга торговых и промышленных объектов, позволило менеджеру сократить затраты времени на ежедневное планирование выездных работ. Согласно проведенной оценке средние временные издержки на планирование графика работ были сокращены на 25% в день.

Полученные в результате апробации данные свидетельствуют о повышении эффективности планирования работ по мониторингу торговых и промышленных объектов при использовании предложенной методики организации процесса мониторинга. Разработанная методика может быть использована в дальнейшем в рамках других предметных областей, требующих ведения базы пространственно-атрибутивных данных территориально распределенных объектов.

Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] / Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. – Доступ из справочно-правовой системы «Консультант-Плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/docu->

ment/cons_doc_LAW_78699/, свободный (дата обращения: 25.10.2017).

2. Свод правил СП 9.13130.9009 «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации» [Электронный ресурс]. – Доступ из справочно-правовой системы КонсультантПлюс. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_91587/, свободный (дата обращения: 25.10.2017).

3. Мусаев В.К. Об анализе безопасности и технического состояния строительных объектов // Двойные технологии. – 2013. – № 2(63). – С. 26–28.

4. Кудж С.А. Геомониторинг как процесс познания // Перспективы науки и образования. – 2015. – № 1(13). – С. 24–29.

5. Герасименко Н.М. Повышение конкурентоспособности организаций розничной торговли на основе рационализации ассортимента товаров (на примере товаров предварительного выбора) / Н.М. Герасименко, Т.А. Торопова. – Хабаровск: РИЦ ХГАЭП, 2015. – 116 с.

6. Белоновский П.В. Автоматизация мониторинга обслуживания газораспределительных систем Оренбургской области / П.В. Белоновский, И.В. Влацкая // Вестник Оренб. гос. ун-та. – 2015. – № 4(179). – С. 172–176.

7. Ерунова М.Г. Геоинформационное обеспечение задач экологического мониторинга особо охраняемых территорий / М.Г. Ерунова, А.А. Гостева, О.Э. Якубайлик // Журнал Сибирского федерального университета. Сер.: техника и технологии. – 2008. – № 4(1). – С. 366–376.

8. Якубайлик О.Э. Геоинформационная интернет-система мониторинга состояния окружающей природной среды в зоне действия предприятий нефтегазовой отрасли // Вестник Сиб. гос. аэрокосмического ун-та им. акад. М.Ф. Решетнева. – 2010. – № 1. – С. 40–45.

9. Ехлаков Ю.П. Геоинформационные технологии мониторинга инженерных сетей / Ю.П. Ехлаков, Ю.Б. Гриценко, О.И. Жуковский. – Томск: ТУСУР, 2010. – 149 с.

10. Мониторинг загрязнений твердыми бытовыми отходами городской среды посредством информационно-телекоммуникационных технологий / В.В. Юшин, В.В. Зотов, И.О. Рыкунова, Е.А. Преликова // Изв. Юго-Западного гос. ун-та. Сер.: техника и технологии. – 2011. – № 1. – С. 87–94.

11. Гриценко Ю.Б. Интерфейс взаимодействия геоинформационной технологии ведения электронного генерального плана со сторонними программными системами / Ю.Б. Гриценко и др. // Доклады ТУСУРа. – 2013. – № 1(27). – С. 129–134.

Милихин Михаил Михайлович

Аспирант каф. автоматизации обработки информации (АОИ) ТУСУРа

Тел.: +7-999-619-38-90

Эл. почта: milikhin@gmail.com

Гриценко Юрий Борисович

Канд. техн. наук, доцент каф. АОИ ТУСУРа

Тел.: +7 (382-2) 90-01-80

Эл. почта: ubg@muma.tusur.ru

Шурыгин Юрий Алексеевич

Д-р техн. наук, профессор каф. компьютерных систем в управлении и проектировании ТУСУРа

Тел.: +7 (382-2) 51-05-30

Эл. почта: sya@tusur.ru

Milikhin M.M., Gritsenko Yu.B., Shurygin Yu.A.

Methodology to monitor commercial and industrial facilities using geoinformation technologies

The article contains an analysis of problems faced by companies providing the monitoring of commercial and industrial facilities. It is shown that due to the absence of a single platform for data collection and processing, taking into account the requirements of stakeholders, various software tools and information technologies are used during the monitoring process. Such domain specificity increases the fragmentation and duplication of data and makes difficult to provide shared access to the up-to-date data and analysis tools. Literature review was held in order to formulate the structure of the monitoring process. Authors than conclude that it is impossible to solve the identified problems using existing methods. Methodology to set up the monitoring of commercial and industrial facilities' is proposed that allows solving the revealed problems of geodata managing using web-oriented geographic information systems. The proposed methodology was tested during the field monitoring of commercial organizations and can be used to solve similar problems within different domains.

Keywords: monitoring of retail outlets; monitoring of industrial facilities; web-based geographic information systems; geodata.