В.А. Орешкин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ ТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СТАЦИОНАРНЫХ И ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ И СМЕЩЕНИЙ ГРУНТОВ В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ

В соответствии с Соглашением между Правительствами Российской Федерации и Швейцарской конфедерации от 30 марта 2001 г., одобренным постановлением Правительства Российской Федерации от 09 июля 2001 г. № 525, внедрена и функционирует в полном объеме Спутниковая система межевания земель (ССМЗ) г. Москвы и Московской области (проект "Москва"). Предложенный Росземкадастром (с 2004 г. Роснедвижимость) кадастровый проект посвящался вопросам обновления и поддержания на должном уровне результатов базовых земельно-кадастровых работ.

По существу реализованный проект является системой точного позиционирования. Предлагаемый мониторинг основан на применении новой спутниковой технологии точного позиционирования при определении координат стационарных и подвижных объектов. Основой спутниковых технологий являются космические навигационные системы (КНС), в России – Глонасс, в США – GPS, Евросоюз планирует в 2008 г. ввести в эксплуатацию свою систему – Galileo.

Спутниковая система (проект "Москва") состоит из 22 опорных референцных станций (РС), расположенных на территории г. Москвы и Московской области, вычислительного центра (ВЦ), соединенного с опорными станциями быстродействующими каналами связи, приборного пула, оснащенного 50-ю высокоточными двухчастотными приемниками SR530 (ф. Leica). Каждая референцная станция состоит из спутникового приемника RS500 (ф. Leica), антенны типа "choke-ring" и аппаратуры связи с ВЦ.

Измерительная информация от опорных станций непрерывно (с дискретностью 1 *с*) поступает в ВЦ, который управляет работой референцных станций, архивирует и обрабатывает результаты измерений, вырабатывает корректирующую информацию (дифференциальные поправки) и по каналам связи GSM в оперативном режиме передает её пользователям. Это обеспечивает определение координат объектов пользователями в режиме реального времени (RT) менее чем за 1 *мин* со средней квадратической ошибкой 3 *см*, а в режиме отложенного времени (постпроцессинг) – с ошибкой 1 *см*. В таких режимах Спутниковая система работает с 2004 г., обслуживая широкий круг пользователей. Среди них проектные и строительные организации, геодезисты и различные службы городского хозяйства. Её производительность от 3 до 7 раз (в зависимости от сферы применения) выше производительности классических технологий, а затраты на

единицу продукции в несколько раз ниже. Система прошла сертификацию на соответствие указанным характеристикам и аттестацию рабочих мест ВЦ по защите информации.

Апробация предлагаемой технологии по наблюдениям за реальными объектами мониторинга проводилась в 2004-2005 годах. Статистика наблюдений полностью подтвердила эффективность технологии, в связи с чем данная технология и Спутниковая система могут быть использованы для мониторинга геологического состояния Московского региона, включая определение смещений грунтов (например, оползней), и контроля статики инженерных сооружений (например, высотных домов типа "Москва-Сити"), крупных природных образований (например, блоков земной коры и разломов в ней), территорий, подверженных техногенным воздействиям, в том числе весь московский мегаполис или его локальные составляющие (типа Нагатинской поймы и т.д.).

Последствия смещений для безопасности людей, в первую очередь, оценят специалисты МЧС, геологи, строители и другие службы городского хозяйства.

Мониторинг может осуществляться в режимах постпроцессинга (отложенного времени) и реального времени (RT). В режиме постпроцессинга результат может выдаваться один раз в сутки (среднесуточный прогноз), один раз в 10 дней (декадный), один раз в месяц или реже (окончательный прогноз). В режиме реального времени результат может выдаваться один раз в 10-60 *с* (экспресс-анализ), а также среднесуточный, месячный и за другие периоды времени. Мониторинг в режиме постпроцессинга уже сегодня готов к практическому применению. Для реализации режима RT потребуются материальные и временные затраты на усиление аппаратно-программного комплекса.

По стоимости мониторинг в режиме постобработки дешевле мониторинга в режиме реального времени.

Основой системы мониторинга является действующая Спутниковая система (проект "Москва"). Она поддерживает высокоточную систему координат и обеспечивает геодезическую привязку объектов мониторинга, которые условно можно разделить на две группы.

В первую группу включаются объекты, не требующие оперативного слежения (например, природные образования типа Нагатинской поймы). Их мониторинг можно выполнять в режиме постобработки (POST).

Во вторую группу включаются объекты, требующие оперативного слежения (RT). К ним можно отнести, например, высотные здания типа "Москва-Сити".

Объекты мониторинга в Post-режиме оборудуются устройствами принудительного центрирования, и спутниковые измерения на них прово-

дятся периодически (сеансами). К ним можно подвести быстродействующие каналы связи, тогда оперативность выдачи результатов значительно повышается.

Объекты мониторинга в RT-режиме также оборудуются устройствами принудительного центрирования, оснащаются спутниковой аппаратурой и дополнительными приборами (тахеометр, различные датчики), которые устанавливаются стационарно и работают в непрерывном режиме. Информация с них по каналам связи поступает в общий ВЦ, который осуществляет вычислительный процесс и выдает графическую и цифровую визуализацию результатов. Вычислительный процесс может осуществляться и непосредственно на объекте мониторинга, но при этом возрастают затраты на оснащение и его обслуживание.

Выбор того или иного варианта мониторинга осуществляется Заказчиком. Следует отметить, что организация системы мониторинга в целом для Московского мегаполиса экономически выгоднее, чем организация мониторинга для отдельной группы объектов.

Содержание и этапность работ по организации мониторинга зависит от сроков, установленных Заказчиком, и его финансовых возможностей.

Результаты эксплуатации Спутниковой системы, обеспечивающей точное позиционирование объектов и явлений, раскрывают новые возможности ее использования во многих сферах хозяйственной деятельности, в том числе:

- создании кадастра объектов недвижимости;
- геодезии, геодинамики, аэрофотосъемке;
- строительстве промышленных и гражданских сооружений;
- прокладке линейных сооружений;
- на транспорте, в охранных системах;
- коммунальном хозяйстве;
- природопользовании, экологии и т.д.