СПУТНИКОВАЯ ОПОРНАЯ МЕЖЕВАЯ СЕТЬ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

В.И. Жипа (Министерство экономического развития Калужской области)

В 1988 г. окончил землеустроительный факультет ГУЗ по специальности «землеустройство». После окончания института работал в Гипроземе, с 1994 г. — в Комитете по земельным ресурсам и землеустройству Калужской области, с 2002 г. — в Комитете государственного имущества Калужской области. С 2004 г. работает в Министерстве экономического развития Калужской области, в настоящее время —заместитель министра экономического развития и начальник Управления земельных отношений.

С.А. Миронов (Группа компаний «Геотехнологии»)

В 1982 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия». С 1980 г. работал в ОИФЗ им. О.Ю. Шмидта, с 1982 г. — в Мосгипротранс, с 1986 г. — в Институте вулканологии, с 1995 г. — в НИЦ «Геодинамика». С 1996 г. по 2000 г. участвовал в создании сегмента непрерывного GPS-мониторинга NEDA в рамках проекта Колумбийского Университета (США). С 2002 г. выполнял различные геоинформационные проекты в Греции, Испании, Латвии и России. В настоящее время — менеджер разработки и внедрения перспективных технологий Группы компаний «Геотехнологии».

К.Г. Чистов (ПК «ГЕО», Калуга)

В 1986 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономогеодезия». После окончания института работал в ПГО «Центргеология» (Калуга), с 1989 г. — в Калужской космоаэрогеологической партии ПГО «Аэрогеология». С 1988 г. по совместительству, а с 1992 г. по настоящее время на постоянной основе —председатель производственного кооператива «ГЕО» (Калуга).

В октябре 2004 г. Законодательным Собранием Калужской области был принят Закон Калужской области об областной Целевой программе «Создание географической информационной системы Калужской области (2004–2007 годы)» (Постановление № 988 от 21 октября 2004 г.). Программа была разработана Министерством экономического развития Калужской области.

Среди множества мероприятий, предусмотренных программой, одним из основных было создание пилотного проекта кадастра объектов недвижимости Калужской области. Проект был направлен на реализацию государственных функций по ведению государственного земельного кадастра, государственного учета объектов градостроительной деятельности, оценке земельных участков и объектов недвижимости для целей налогообложения, информационному обеспечению органов местного самоуправления и органов государственной власти (ОГВ) Калужской области, а также предоставление информации ОГВ федерального уровня. Для обеспечения единства методологической, информационно-технологической инфраструктуры автоматизированной системы ведения кадастра объектов недвижимости предусматривалось создание опорной межевой сети на основе спутниковых технологий. Сеть должна была стать надежной геодезической основой для межевания земель в местной системе координат СК–40, а также функционирования навигационных систем. На эту работу в 2005 г. в соответствие с целевой программой было предусмотрено финансирование в размере 4 млн руб. за счет федерального и областного бюджетов в равных долях. В ноябре 2005 г. специалистами ПК «ГЕО» была реализована первая стадия создания спутниковой опорной межевой сети Калужской области.

Сеть представляет собой систему базовых станций приема спутниковых сигналов GPS/ГЛОНАСС (рис. 1). Базовые станции запроектированы так, чтобы обеспечить возможность прове-

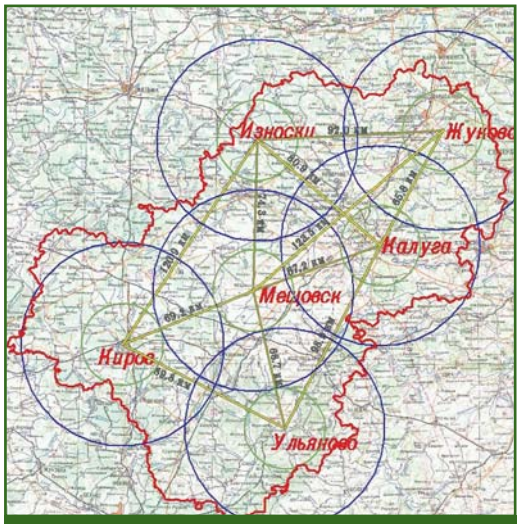

Рис. 1
Сеть базовых станций

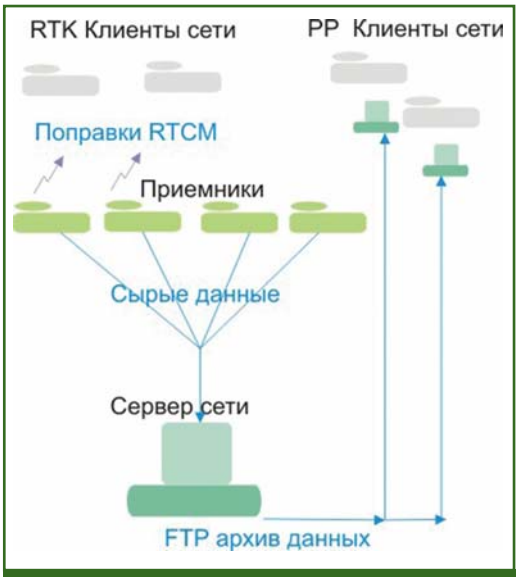

Рис. 2
Схема сбора и передачи данных с базовых станций

дения измерений с помощью подвижных спутниковых приемников на всей территории Калужской области. Они располагаются в максимально защищенных от вандализма местах — зданиях администраций муниципальных образований. Тот факт, что эти здания оказались практически во всех случаях еще и с прекрасным обзором небесной сферы, вполне пригодным для размещения приемных антенн, лишний раз убеждает в исторической дальновидности власти. Приятно отметить, что на общем фоне методичного исчезновения непременных атрибутов российского пейзажа — визирных цилиндров Шишкина, венчавших маковки пунктов Государственной геодезической сети (ГГС), появление на административных зданиях антенн GPS/ГЛОНАСС в непосредственном соседстве с российским флагом воспринимается как символ новой гармонии.

Одним из важнейших компонентов данной сети является полная автономность средств измерения, не требующая участия дополнительного персонала в ее обслуживании в эксплуатационном режиме. Свойства установленных современных спутниковых приемников, предоставленных Группой компаний «Геотехнологии», обеспечивают запись данных с интервалом в 1 с в течение трех суток на встроенную память при полном отсутствии внешнего энергопотребления. Файлы измерений автоматически закрываются каждый час и накапливаются без пропуска эпох. Встроенный порт обмена данными Ethernet LAN и прямой выделенный IP-адрес каждого приемника обеспечивает дистанционное управление его работой и обмен файлами с помощью Интернет (рис. 2). Каждая приемная станция выполняет функции Интернет-сервера.

Программой информационного развития области предусмотрено обеспечение всех администраций каналом связи для электронного обмена информацией. В настоящее время многоуровневая сеть Интернет/Интранет является удобным носителем команд управления режимами работы станций и сбора данных измерений.

Сбором и архивацией данных управляет центральный сервер сети, установленный в Калуге. Штатные операции по передаче данных на сервер, сортировка данных по времени и датам, конвертация данных в формат RINEX и авторизация доступа клиентов к данным ведется практически без участия операторов. Участие человека в данном процессе предусмотрено исключительно в случаях определения режима передачи пользователям данных измерений и дистанционных перенастроек приемников на нештатные режимы измерений.

Клиентский доступ к данным базовых станций предполагает развитие нескольких видов авторизованного сервиса: предоставление «сырых» данных базовых станций; генерация поправок в режиме реального времени; генерация быстрых точных орбит; дистанционная постобработка сессий съемочных данных клиентов; архивирование данных измерений сетей сгущения и контроль качества измерений.

Форма доступа, защита информации и режимы взаимодействия с клиентами являются предметом юридического права, дающего основания полагать на разумное решение.

Следует также добавить, что особенностью спутниковых приемников является возможность организации нескольких потоков измерений с различной дискретностью записи одновременно. Например, зачастую при выполнении летно-съемочных работ с привязкой центров фотографирования требуются «сырые» данные базовых станций с интервалом 5, 10 или 20 Гц. Для обеспечения этой потребности администратору сети станций достаточно использовать серверную программу в Калуге, чтобы в течение нескольких секунд организовать специальный сбор данных с любой из станций сети с требуемым интервалом без ограничения штатного режима сбора данных. Любой из приемников сети имеет возможность организации шести независимых потоков данных в любой конфигурации настроек записи «сырых» данных.

Что касается модной, но пока еще законодательно не преодолевшей косность режимных ограничений, технологии измерений в режиме реального времени (RTK), то установленные во всех приемниках базовых станций радиомодемы, способны передавать в режиме RTK поправки в фазовые измерения в форматах RTCM.104 и CMR по каналу GSM. Для этого в приемниках установлены SIM-карты с федеральными номерами. Включение генерации поправок в режиме RTK базовыми станциями будет осуществлено администратором сети в установленном порядке также дистанционно. Для получения корректированных измерений подвижных приемников в режиме RTK достаточно иметь приемники GPS или GPS/ГЛО-

НАСС любого производителя, оснащенные GSM-модемом и приспособленные для работ с указанными форматами поправок.

С целью оценки возможности работ от нескольких станций одновременно были выполнены работы по предварительному получению координат их взаимного расположения по результатам измерений на базовых станциях за первые несколько суток. Суточные сессии обрабатывались совместно с открытыми данными станций международной сети геодезического мониторинга IGS с использованием прецизионных орбит.

Несмотря на утвержденную Постановлением Правительства РФ в качестве государственной системы координат геоцентрическую систему ПЗ–90, служба точных орбит спутников ГЛОНАСС в России так пока и не создана. Поэтому для оценки качества приемного сигнала и определения единой геометрии сети были использованы данные открытого характера в системе координат WGS–84, которая реализована в спутниковых приемниках.

Измерения и уравнивание положений станций мирового мониторинга имеют собственную систему координат ITRF-2000 на международном эллипсоиде WGS–84. Для уравнивания созданной сети базовых станций были определены их координаты относительно станций мирового мониторинга. В качестве опорных были взяты следующие станции: mobn (Обнинск), svtl (Светлый), glsv (Киев), polv (Полтава), riga (Рига), vlns (Вильнюс), zwe2 (Звенигород), mdvj (Менделеево). Данные по этим станциям публикуются ежесуточно без ограничения точности в собственной системе координат. Средняя дальность определяемых векторов относительно указанных станций составила 540 км. Ошибка геоцентрических координат базовых станций получена в пределах 1 см. Преобразование полученных данных в координаты проекции Гаусса-Крюгера для шестиградусной зоны и уравнивание сети с использованием полученных от станций мирового мониторинга координат определило точность топоцентрических координат сети в пределах 1 мм.

Насколько полученные данные могут являться основанием для их использования в качестве государственной опорной сети — вопрос скорее правовой, чем геодезический.

Полученные каталоги координат и результаты измерений на базовых станциях можно использовать как данные более высокого порядка точности для последующего исследования качества созданных ранее межевых сетей и муниципальных сетей сгущения. Полная картина локальных искажений и деформаций различных систем координат прежних лет для региона Калужской области и смежных областей теперь может быть детально изучена и установлена посредством совместных GPS/ГЛОНАСС измерений на пунктах ГГС и опорной межевой сети синхронно с любой из базовых станций. Технические возможности современных, двухчастотных приемников GPS/ГЛОНАСС позволяют выполнять измерения в дифференциальном режиме с последующей постобработкой с сантиметровой точностью практически без ограничения дальности от базовых станций в режиме «статика».

Полученная конфигурация сети обеспечивает 90% покрытие территории Калужской области для работы с подвижными спутниковыми приемниками на векторах удаленности от базовых станций до 50 км. При работе в дифференциальном режиме Stop-and-Go и «кинематика» с последующей постобработкой вектора до 60 км от базовых станций, при использовании двухчастотных и двухсистемных спутниковых приемников, также не критично, и вполне приемлемо по затратам времени на одно измерение. При выполнении съемочных работ в пределах области в режиме «статика» с последующей постобработкой потребуют не более 1 мин на получение плановых координат с сантиметровой точностью.

Измерения одночастотными приемниками имеют существенное ограничение по удаленности от базовых станций — 25–30 км, обусловленное влиянием ионосферы и тропосферы. Поэтому выбранное местоположение базовых станций делает их актуальными и для измерений с помощью одночастотных приемников при выполнении имущественных операций с объектами недвижимости, которые находятся в этих пределах удаленности от административных центров муниципальных образований.

В целом данную работу можно охарактеризовать как этап реализации сети базовых станций *необходимого* уровня плотности. Что касается *достаточного* уровня, то он может количественно изменяться в сторону увеличения без ограничений.

ГЕОТЕХНОЛОГИИ группа компаний

117049, Москва,
ул. Мытная, 28, корп. 1
Тел: (095) 771-69-23
Факс: (095) 959-80-48
E-mail: 4all@gtcomp.ru

RESUME

A project on establishing a satellite reference survey network based on the global satellite technologies began in accordance with the Kaluga region Target-oriented program on the geoinformation system creation. This reference network of base stations equipped with the GPS/GLONASS receivers, a technology of communication with the users as well as the accuracy of their coordinates determination are described.