УДК 528.2
Р.А. Кащеев – доктор физико-математических наук, профессор
Тел.: (843) 292-65-02, e-mail: rafael.kascheev@ksu.ru
Р.В. Загретдинов – кандидат физико-математических наук, доцент
Р.В. Комаров – ассистент
Тел.: (843) 292-65-02, e-mail: rkomarov@ksu.ru
Казанский государственный университет (КГУ)

ПРОЕКТ СЕТИ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ ГНСС СТАНЦИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКОТОЧНОГО КООРДИНАТНО-ВРЕМЕННОГО ПОЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются перспективы развития сети постоянно действующих ГНСС станций на территории Республики Татарстан. Данная наземная инфраструктура позволит решать задачи оперативного координатно-временного и навигационного обеспечения всем пользователям ГЛОНАСС/GPS систем в реальном времени. Использование сети постоянно действующих станций обеспечивает сантиметровый уровень точности определения координат, что позволит, на наш взгляд, значительно расширить число потребителей навигационной информации, заинтересованных в решении задач изысканий, геодезии, строительства, транспорта, землеустройства, сельского хозяйства, туризма, управления территориями и других отраслей экономики.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ГЛОНАСС, GPS, Глобальные навигационные спутниковые системы, постоянно-действующие базовые станции, геодинамика.

R.A. Kascheev – doctor of physical-mathematical sciences, professor, associate professor
Tel.: (843) 292-65-02, e-mail: rafael.kascheev@ksu.ru
R.V. Zagretdinov – candidate of physical-mathematical sciences, associate professor
associate professor
R.V. Komarov – assistant
Tel..: (843) 292-65-02, e-mail: rkomarov@ksu.ru
Kazan State University (KSU)

THE PROJECT OF GNSS REFERENCE STATIONS NETWORK PROVIDING HIGH PRECISION POSITIONING AND TIMING IN TATARSTAN

ABSTRACT

The prospects of building of continuously operating reference stations (CORS) network on the territory of Republic of Tatarstan are discussed. This new ground-based infrastructure will allow to carry out in a real time many tasks of high precision positioning and timing for all users of GLONASS/GPS equipment. CORS network can provide up to centimeter level accuracy of point position in any place of Republic of Tatarstan. This unique property of CORS network will allow to expand the number of GNSS-technology users in surveying, cadastre, construction, transport, agriculture and other fields connected with high accuracy positioning.

KEYWORDS: GLONASS, GPS, global navigation satellite systems (GNSS), continuously operating reference stations (CORS), geodynamics.

Республика Татарстан принадлежит к числу наиболее экономически развитых регионов Российской Федерации, обладающих высоким научно-техническим и образовательным потенциалом. В настоящее время в республике взят курс на формирование эффективной инновационно-ориентированной системы развития региона. Важным шагом в этом направлении стала принятая Кабинетом Министров РТ в октябре 2008 года республиканская программа «Использование результатов космической деятельности в целях социально-экономического развития Республики Татарстан (2008-2010 годы)».

Одной из важнейших задач этой программы является создание на территории республики сети примерно 20-ти постоянно действующих базовых референцных станций приема спутниковой

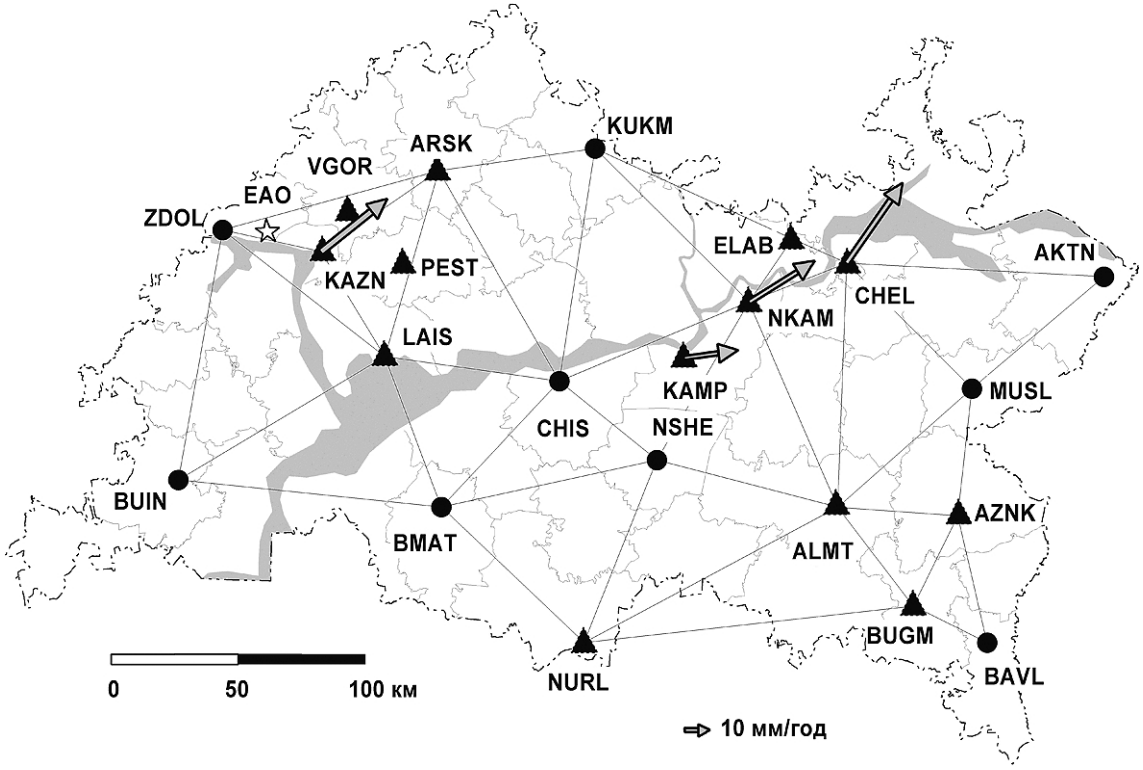

Рис. 1. Схема сети референцных станций в РТ

информации, решающей задачу оперативного координатно-временного и навигационного обеспечения (КВНО) всех заинтересованных в этом потребителей [1]. На рисунке 1 представлен один из вариантов размещения станций. Треугольниками отмечены существующие станции, кружками – проектируемые. Пункт астрономической обсерватории им. Энгельгардта (EAO), отмеченный на рисунке звездочкой, планируется сделать фундаментальным, т.е. отвечающим самым жестким требованиям международных и российских опорных геодезических сетей.

Необходимо отметить, что спутниковые методы позиционирования уже более десяти лет активно используются на территории Республики Татарстан для координатного обеспечения геологоразведочных, изыскательских и маркшейдерских работ, а также решения задач земельного кадастра. Однако пока применение спутниковых технологий носит преимущественно локальный характер, ограничиваясь масштабами отдельного проекта или административного района, а существующие в настоящее время базовые станции приема сигнала глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС и GPS позволяют осуществлять мероприятия КВНО лишь в режиме постобработки, что ведет к нерациональным потерям времени и ресурсов.

Проектируемая сеть референцных станций ориентируется на получение потребителями высокоточной навигационной информации в реальном времени. Обсуждаемый проект предусматривает решение этой амбициозной задачи посредством формирования на территории республики постоянного координатно-временного навигационного поля, обеспечивающего сантиметровые (а при определенных условиях – субсантиметровые) погрешности текущего позиционирования. Распространение поля дифференциальных спутниковых поправок позволит, на наш взгляд, значительно расширить число потребителей навигационной информации, заинтересованных в решении задач изысканий, геодезии, строительства, транспорта, землеустройства, сельского хозяйства, туризма, управления территориями и других отраслей экономики.

Хорошо известно, что к числу важнейших преимуществ спутниковых методов позиционирования относятся их высокая точность и оперативность, открывающие широкие возможности изучения динамики регионов, характеризуемых повышенной активностью тектонических процессов. Интерес к исследованиям геодинамических явлений во многом обусловлен тем, что безопасное ведение человеком хозяйственно-экономической деятельности возможно только при получении целостной картины о происходящих в недрах Земли и на ее поверхности процессах. Эти сложные многофакторные процессы имеют как естественную, так и антропогенную природу, причем в последнее время все большее

значение приобретает техногенный фактор, который приводит к негативным изменениям геодинамической и экологической обстановки.

Изучение современных движений и деформаций земной коры требует проведения в мониторинговом режиме высокоточных геодезических измерений смещений пунктов – реперов геодинамических полигонов. Жесткие условия подобного рода работ (обширные территории, охватываемые измерениями, максимальная точность определения величин движений и деформаций, короткие периоды между частыми сериями инструментальных измерений) требуют использования современного высокоточного и производительного геодезического оборудования.

Напомним в этой связи, что Республика Татарстан находится в одной из зон повышенной активности Русской платформы, вследствие чего изучение сейсмичности региона представляется необходимым и актуальным. Начиная с 1985 г. на территории Татарстана было зафиксировано около 100 землетрясений, силой 4-5 и даже 6 баллов. Большинство эпицентров сгруппировано вдоль Алтунино-Шунакской разломной зоны и вдоль Прикамской системы разломов. Кроме того, сейсмическая активность проявляется и по другим разломам фундаментов Южно-Татарского свода, приуроченным к Ромашкинскому и Ново-Елховскому месторождениям. Учитывая сказанное, создание опорной спутниковой сети Республики Татарстан становится необходимым условием обеспечения безопасности эксплуатации размещенных на ее территории объектов и инженерно-технических сооружений, предотвращения чрезвычайных ситуаций и экологических катастроф различной природы.

Понятно, что проектирование сети постоянно действующих ГНСС станций должно выполняться, исходя из особенностей решаемых задач, геологической структуры территории объекта, а также с учетом существующих геодезических пунктов. В настоящее время в Казанском университете начато создание пилотного проекта сети ГНСС станций для территории Республики Татарстан, отличающейся высокой урбанизированностью и значительной сейсмической активностью, что предъявляет дополнительные требования к качеству этой работы.

В 2006-2008 годах на существующих базовых станциях РТ был накоплен значительный объем измерительных данных, анализ которых позволяет впервые исследовать геодинамику региона и в плане, и по высоте [2]. Использование при обработке ГНСС-измерений специализированного программного обеспечения GAMIT/GLOBK дает возможность получить координаты пунктов в международной системе отсчета ITRF с очень высокой точностью, открывающей перспективы изучения геодинамических явлений, как в глобальном, так и региональном масштабах. В таблице представлены среднеквадратические ошибки (СКО) определения координат четырех пунктов сети по направлениям меридиана (ЮС – «Юг-Север») и первого вертикала (ЗВ – «Запад-Восток»), а также скорости смещения этих пунктов по тем же направлениям. Направления и вектора смещения пунктов на евроазиатской платформе изображены на рисунке 1.

Отметим, что ежесуточный сбор данных позволяет также изучать сезонные вариации координат референцных станций. Представленные на рисунках 2 и 3 результаты для станций KAZN и NKAM показывают, что полученные нами значения плановых координат и скоростей горизонтального смещения станций по точности удовлетворяют самым строгим требованиям, предъявляемым к высокоточным геодезическим пунктам. Так, например, легко детектируются перестановки антенн, имевшие место на пункте KAZN (рис. 2).

Продолжением геодинамических исследований станет включение в обработку данных, полученных на станциях РТ в 2008-2009 гг. Уже сейчас список такого рода станций может быть расширен до 13, поскольку эти станции могут собирать данные практически в круглосуточном режиме. Использование большего числа пунктов ГНСС измерений в РТ и доведение предъявляемых к ним требованиям до уровня ВГС (или СГС-1) позволит уже в ближайшее время получить детальные характеристики блочной структуры земной коры на территории региона и стать основой для

Таблица

Среднеквадратические ошибки определения координат и значения скорости смещения пунктов CHEL, KAMP, KAZN и NKAM

Пункт	СКО (ЮС) (мм)	СКО (ЗВ) (мм)	Скорости (СЮ) (мм/год)	Скорости (ВЗ) (мм/год)
CHEL	2.2	1.4	31.5	22.0
KAMP	1.6	1.7	0.3	21.4
KAZN	5.1	6.5	20.9	26.2
NKAM	2.5	3.8	16.2	25.8

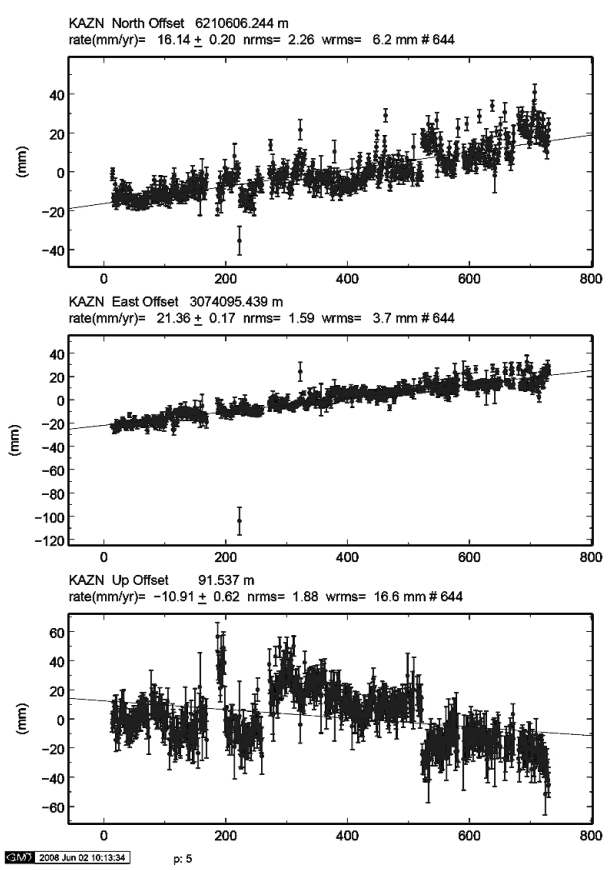

Рис. 2. KAZN (2006-2007)

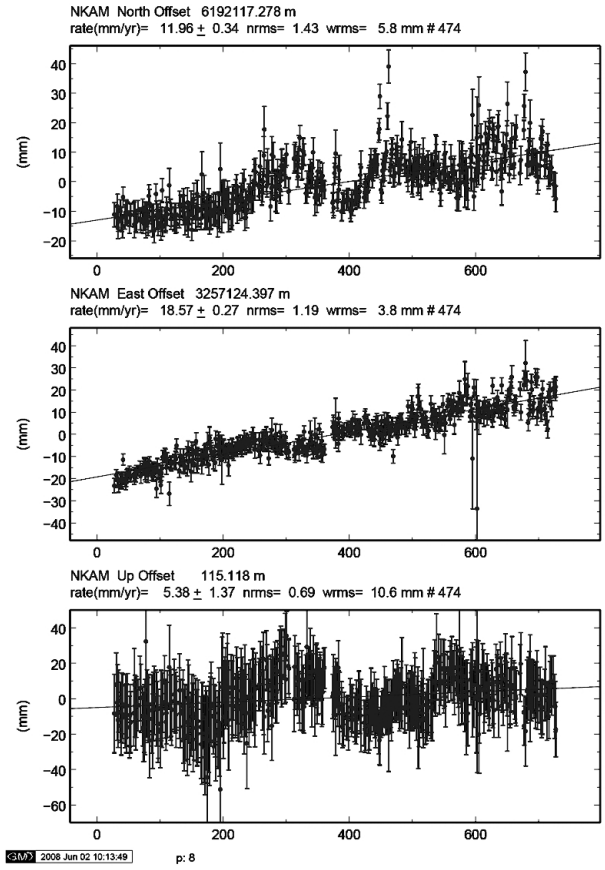

Рис. 3. NKAM (2006-2007)

формирования высокоточного координатно-временного поля РТ [3].

Полномасштабному осуществлению данного проекта должна способствовать реализация уже упоминавшейся республиканской программы, в рамках которой предусмотрен высокоточный мониторинг устойчивости и целостности отдельных инженерно-технических сооружений и коммуникаций. Сошлемся в качестве примера на разрабатываемый в настоящее время проект «Космическая ГЭС», целью которого должно стать создание системы спутникового ГНСС-мониторинга сооружений Нижнекамской ГЭС.

Другим весьма важным применением сетей референцных станций может оказаться развертывание на их основе систем автоматизации дорожно-строительной техники. Заметим, что мировой опыт свидетельствует о существенном повышении эффективности и качества дорожно-строительных работ при использовании систем высокоточной спутниковой навигации на дорожных агрегатах и механизмах. Данная технология позволяет существенно сократить сроки строительства дорог, обеспечить наивысшее качество работ при сокращении затрат на горюче-смазочные материалы и износ дорожно-строительной техники и механизмов.

Литература

1. Zagretdinov R.V., Zagretdinov R.R., Nurgaliev D.K., Shagidullin F.F. High-precision regional GLONASS/GPS navigation and geodetic network // Proceedings of the International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-Based and Ground-Based Augmentation Systems and Applications. – Berlin, 11-14 November 2008. – P. 68-69.
2. Загретдинов Р.В. Развитие сети референцных станций Глонасс/GPS в РТ для решения задач КВО и геодинамики // Материалы трудов «Фундаментальное и прикладное координатно-временное и навигационное обеспечение (КВНО-2007)». – СПб.: ИПА РАН, 2007. – С. 222-223.
3. Кащеев Р.А., Нургалиев Д.К., Загретдинов Р.В., Комаров Р.В., Чернова И.Ю. Геодезический мониторинг динамики земной поверхности центральной части Республики Татарстан // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – М., 2008, № 4. – С. 9-12.