

контроля сборки крупногабаритных конструкций: автореф. на соиск. науч. степени. канд. техн. наук. 05.24.01 /И.В. Клепиков. – Москва, 1991. – 21 с.

6. Федосов К.В. Разработка и исследование метрологического обеспечения производства крупногабаритных конструкций в судостроении (на примере ОАО «ПО «СЕВМАШ»): автореф. на соиск. науч. степени. канд. техн. наук 05.11.15 / К.В. Федосов. – Москва, 2009. – 30 с.

Надійшла до редакції

10.10.2013

УДК 528.7

Л.В. Манукян
В.А. Маркарян

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ КВАЗИГЕОИДА И СЕТИ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ АРМЕНИИ

Рассмотрено создание в Республике Армения модели квазигеоида и внедрение сети постоянно действующих GPS-референц станций. Описаны измерения, которые стали основой для создания локальной предварительной модели квазигеоида. На основании дополнительных измерений обоснована необходимость уточнения разницы высот эллипсоидальных поверхностей в системе WGS-84. Приведены основные особенности деятельности референц-станций на основе спутниковых технологий, процесс составления проекта на территории РА постоянно действующей GPS-сети с учетом основных ее факторов.

Ключевые слова: спутник, система, сеть, станция, квазигеоид.

Внедрение спутниковых технологий кардинально изменило построение геодезической сети, требования к наблюдениям и повысило точность измерения координат.

На территории РА всемирная координатная геодезическая система WGS-84 была внедрена в 2002–2007 гг. и были выполнены работы по созданию сетей 0-го, 1-го и 2-го класса [1], а также полностью реконструирована главная высотная основа РА. Созданные сети позволили создать плано-высотную основу в системе для выполнения топографических съемок и других геодезических работ на территории республики.

Исходя из целесообразности решения навигационных, других инженерных задач, предоставления гражданским организациям координат геодезических точек в системе WGS-84, топографических карт различных масштабов был выполнен переход всего масштабного ряда картографических материалов территории РА в упомянутую систему [1].

Государственные нивелирные сети РА – это главная высотная основа для выполнения топографических съемок всех масштабов, кадастровых, картографических и геодезических измерений (которые удовлетворяют экономическим, аэрокосмосъемочным работам и оборонным требованиям), для решения научных и практических заданий. Она делится на I, II, III и IV классы нивелирных сетей.

Нивелирная сеть I и II классов была создана на всей территории республики в Балтийской системе высот 1977 года. Высотная сеть III и IV классов служит для создания топографических планов и решения инженерно-геодезических задач.

В Государственную высотную сеть были включены наблюдаемые в системе WGS-84 пункты 0-го, 1-го и 2-го классов, благодаря чему была осуществлена связь между Балтийской 1972 г. и всемирной высотными системами. Полученная разница абсолютных высот реперов в этих двух системах на территории республики составила на юге 16 м, а на севере – 25 м [2].

При создании государственной нивелирной сети I и II классов на 333 грунтовых реперах наблюдения проводились с помощью GPS станций, в результате чего также получена эллипсоидная геодезическая высота в системе WGS-84.

В настоящее время во всем мире прилагаются усилия относительно принятия единой системы расчета высот. В разных национальных сетях разницы в высотах между точками, определяемые относительно нулевой высоты, доходят до 3 м. Предполагается, что 0-я поверхность (геоид), может определяться спутниковым методом измерения высоты с точностью не менее 20 см, а с внедрением в республике сети постоянно действующих станций и созданием уточненной модели квазигеоида эта точность может быть доведена до 1 см [4].

Итоги вышеназванных измерений явились основой для создания локальной (местной) приближительной модели квазигеоида РА, которую необходимо уточнить на основании дополнительных измерений, получить нормаль и в системе WGS-84 разницы высот эллипсоидальных поверхностей (величина волны геоида).

До сих пор, имея для более 200 пунктов государственной триангуляционной сети значения координат в двух системах, используя формулы Гельмерта, для близлежащих точек с помощью равнозначных линейных величин плановых позиций, получена первая программа по названию подобная ARM xls.

Благодаря внедрению новых технологий швейцарской фирмы “LEICA“ станций GPS Smartstation-ROWER и использованию программного пакета LEICA Geo Office Combined 6.0, получен ARM H-модуль координат с предварительными переходными коэффициентами. Посредством наблюдений 180 плановых точек и 320 GPS-станций рассчитан и получен ARM 3D-модуль с переходными предварительными коэффициентами, которые также требуют уточнения.

Степень точности переходных параметров зависит от количества охваченных точек в обеих системах, особенностей их распределения.

В некоторых горных регионах, где отсутствует необходимое количество высотных наблюдений, в будущем будут реализованы дополнительные измерения для уточнения модели. Таким образом, в РА работы по созданию модели квазигеоида находятся на стадии проверок и уточнения.

В настоящее время для повышения эффективности геодезических работ государственного значения и по требованию существующих в мире мощных устройств и новых технологий актуальной задачей стало внедрение на территории РА референц-станций, в результате чего с развитыми странами сможем иметь работающую в реальном времени современную (единую) централизованную спутниковую геодезическую сеть, которая обеспечит точное определение местоположения мобильных и стационарных объектов. Это даст возможность подытожить современные достижения в направлении модернизации, развития государственной сети в РА, оценить и представить предложения, направленные на перевооружение государственной спутниковой системы, создание новых референц-станций на территории РА [3].

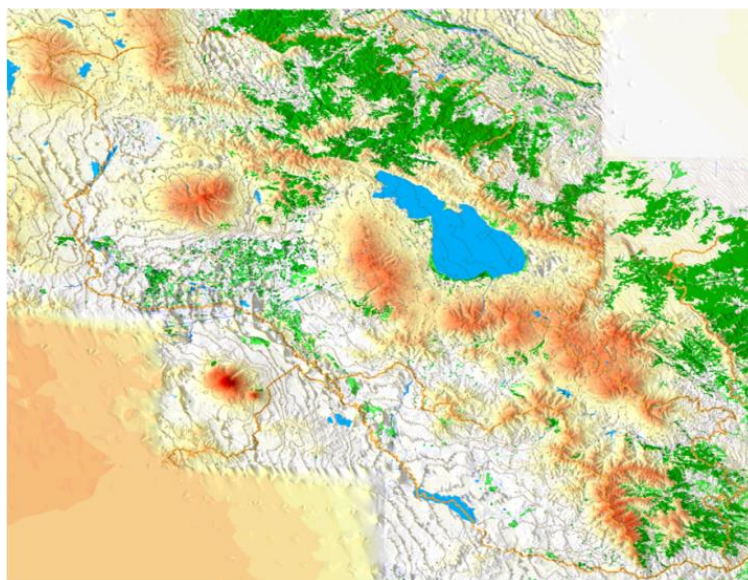


Рис.1. Предварительная модель квазигеоида

Сеть постоянно действующих станций дает возможность с помощью ROWER-станций в реальном времени в зоне охвата покрытия за короткий промежуток времени получать координаты местоположения с сантиметровой точностью. Система данных референц-станций применяется во многих областях позиционирования: в области геодезии и картографии; с целью осуществления мониторинга горизонтальных и вертикальных смещений земной коры; для связи воздуха и космофотографических центров; для определения границ земель, обновления и создания кадастровой картографии, а также архивации и обновления сбора данных геоинформационных систем; в области градостроительства; с целью обеспечения данных с высокой точностью в процессе действия навигационных систем и т.д.

МИД Норвегии 24 октября 2012 года утвердило грант по программе “Инструменты стабильного управления земельными ресурсами”, цель которой – сделать доступными географические данные, карты и услуги по географическому позиционированию, собственной защите, планированию землепользованием и для управления земельными ресурсами. Предполагается создание сети постоянно действующих референц-станций по всей территории РА и один центр контролирования в г. Ереване.

Референц-станции содержат GPS-станции и антенны, которые располагаются на опорных точках геодезической сети и питаются от бесперебойно работающего электрического источника питания. Станция работает по постоянному принципу, принимая и транслируя RTK (в реальном режиме времени кинематической позиции) и DGPS (режим дифференциальной позиции). Эти данные приемлемы и для других GPS, работающих в реальном времени. Во время выполнения топографической геодезической съемки обработка измерений и определение координат точек осуществляется в реальном времени посредством RTK-данных [5].

В настоящее время в США и множестве Европейских стран 95% GPS наблюдений выполняется с помощью RTK-данных. Собранные референц-станциями данные передаются в центр управления (Network Control Centres), где проверяется их целостность и достоверность. Затем информация вводится в геостационарный спутник, который полученные данные ретранслирует в зону общего покрытия референц-станций.

Такое делопроизводство обеспечивает скорую доступность к приемникам пользователей и данным, полученным с референц-станций. Приемники обрабатывают данные, полученные со своих доступных референц-станций, чтобы определить наилучшее позиционное решение.

В зависимости от расстояния (дистанции, дальности) между местоположением приемников и станций, есть возможность использования всей информации одновременно. Такой подход позволяет, дав весовую оценку каждой станции, рассчитать уточнения как функцию расстояния рабочей площади. В результате для каждой рабочей площади будет получен наилучший сборник дифференциальных уточнений.

Для обеспечения покрытия референц-станциями территории РА предусмотрено создание 12 станций радиусом 45 км, места установки которых были выбраны с учетом таких факторов:

- расстояние покрытий с соседними референц-станциями (45 км);
- наличие крупных населенных пунктов;
- связь с главными магистралями;
- наличие метеостанций.

При наличии сети радиусом 45 км дистанция между станциями не превысит 80 км. Благодаря созданию таких сетей в регионе с действующей в кинематическом режиме каждой ROWER-станции и передачей результатов наблюдений в сетевом сервере с помощью программных пакетов местоположения сбалансированных координат средняя квадратическая ошибка не превысит ± 20 мм [5].

При наличии сети с радиусом 50 км, опыты показывают, что в результате балансировки местоположения точки наблюдения величина средней квадратической ошибки не превысит ± 40 мм.

В процессе составления проекта постоянно действующей GPS-сети необходим учет следующих факторов:

- наиболее приемлемые методы RTK-связи;
- материальные расходы на установку станции;
- расходы по эксплуатации REFERENC и ROWER-станций;
- расчет расстояний между основными направлениями станций для проверки местоположения антенн.

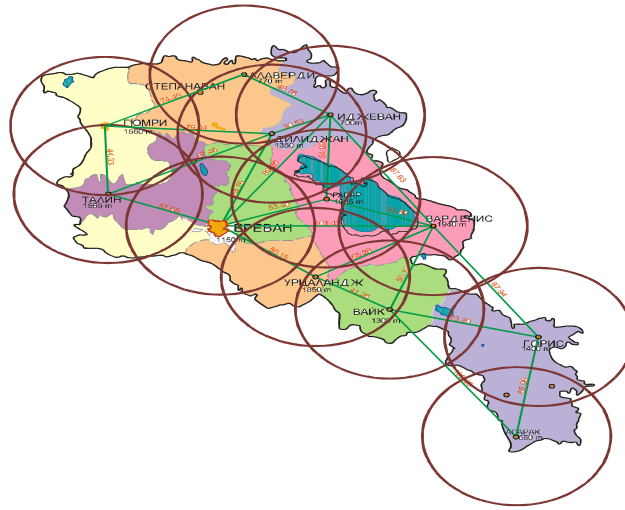


Рис.2. Проект сети постоянно действующих базовых станций РА

В случае, когда регион, для которого RTK требует сравнительно большего охвата, однако густота распределения станций мала, потребуется более длительный интервал волн RTK, использование бесперебойного (непрерывного) программного обеспечения посредством уточнения сети с помощью расчетного анализа.

Вывод. С учетом вышеупомянутой точности обработки данных, полученных с созданных постоянно действующих станций радиусом 45 км, разницы точности результатов незначительны, и вложенных в строительство станций материальных средств и затрат целесообразно создание в регионе сети, включающей 12 постоянно действующих станций радиусом 45 км (расстояния между станциями – 70-80 км). Передача данных наблюдений и программа их обработки должна осуществляться бесперебойно. В этом случае, если покрытие региона обеспечено INTERNET связью с минимум 128 Mbit, целесообразно будет использование средств именно этой связи.

После успешного завершения работ по внедрению в РА 12 постоянно действующих станций в перспективе предусматривается сгущение сети до 20 станций с расстоянием между ними около 50 км.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Петросян О.С.* Национальная геодезическая сеть республики Армения / О.С. Петросян, В.А. Маркарян // Известия высших учебных заведений, Геодезия и аэрофотосъемка, № 6, МИИГАиК – М., 2011 – С. 27-32.
2. *Манукян Л.В.* Применение цифровых технологий в сфере геодезии и картографии / Л.В. Манукян // Сборник научных статей ЕГУАС, том II (30) – Ереван, 2007 – С. 27-30.
3. *Манукян Л.В.* Предпосылки внедрения навигационной системы в РА с применением спутниковых технологий / Л.В. Манукян // Вестник ЕГУАС, том II (30). – Ереван, 2010. – С.70-72.
4. *Манукян Л.В.* Особенности внедрения в Республике Армения сети постоянно действующих референц-станций / Л.В. Манукян, Г.А. Алоян // Известия Союза Строителей Армении N1-2. – Ереван, 2011. – С.161-162.

5. Манукян Л.В. Предпосылки внедрения в РА постоянно действующих референц-станций / Л.В.Манукян, А.А.Амирханян // Сборник научных статей ЕГУАС, т. II (46). – Ереван, 2012. – С. 135-139.

Надійшла до редакції

26.04.2013

УДК 528

Э. Паршялюнас,
Р. Бирвидене,
П. Петрошкявичус,
Ч. Аксамитаускас,
Л. Папшене

АНАЛИЗ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ КВАЗИГЕОИДА

Представлена новая гравиметрическая сеть Литвы, которая дала возможность оценить точность гравиметрической карты масштаба 1:200 000 и выявить ее систематические ошибки. Гравиметрические данные новой сети и на их основе созданная цифровая модель разностей ускорения силы тяжести позволили уточнить исходную информацию для определения квазигеоида.

Ключевые слова: гравиметрическая сеть, квазигеоид.

Постановка проблемы. Геодезические работы выполняются в неоднородном поле силы тяжести Земли. Поэтому при обработке точных геодезических измерений необходима информация о поле силы тяжести. Такую информацию предоставляют гравиметрические измерения. Особое место при решении геодезических задач и определении высот точек земной поверхности занимают эквипотенциальная поверхность поля силы тяжести, принимаемая за геоид, и поверхность квазигеоида. Определив геодезические высоты точек космическим GPS-методом и зная высоты квазигеоида над эллипсоидом, можно получить нормальные высоты, не выполняя нивелирования. Поэтому очень актуально с наибольшей точностью знать поверхность квазигеоида. Хотя для определения квазигеоида можно использовать данные разных геодезических измерений, но при решении этой задачи главное место занимает данные гравиметрических измерений.

При вычислении квазигеоида территории Литвы в 1994 и 1998 гг. основная гравиметрическая информация была получена с гравиметрической карты Буге-аномалий масштаба 1:200 000. Карта составлена по результатам гравиметрической съемки, выполненной в 1954–1962 гг. Буге-аномалии, средняя квадратическая ошибка которых по данным карты не превышает 0,8 мГал, были вычислены, используя силу тяжести Потсдамской гравиметрической системы, координаты 1942 г., нормальные