

**МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДГОТОВКИ
ТОПОГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ СРЕДСТВАМИ
ПОДВИЖНЫХ ПУСКОВЫХ УСТАНОВОК**

Г.Б. Черепенников, И.Е. Бакулин, С.В. Герасимов
(Объединенный научно-исследовательский институт ВС Украины, Харьков)

Рассмотрены направления совершенствования системы метрологического обеспечения подготовки топогеодезических и гравиметрических данных измерительными средствами подвижных пусковых установок.

система метрологического обеспечения подготовки топогеодезических и гравиметрических данных

Постановка проблемы. Ведение боевых действий с применением современного оружия требует быстрого маневрирования войск, их оперативного сосредоточения, перегруппировки для успешного проведения операций.

Создание новых типов подвижных видов вооружения, в том числе ракетных комплексов (РК), приводит к необходимости совершенствования системы их боевого обеспечения.

Особенности ведения боевых операций в современных локальных конфликтах предъявляют новые, более жесткие, требования к топогеодезическому и гравиметрическому обеспечению РК в мирное время, во время подготовки и ведения боевых действий. Например, определение с нужной точностью координат, высоты стартовой позиции пусковой установки и значения угла между осью ракеты и базовым направлением принадлежат к комплексу задач топогеодезического обеспечения РК и являются основой успешного выполнения боевых задач ракетными войсками. Это относится как к предварительной подготовке боевых позиций, так и к подготовке позиций для выполнения пусков из неподготовленных мест (непосредственно с марша или по прибытии в позиционный район). Последнее крайне важно, поскольку позволяет снизить вероятность обнаружения пусковой установки и ее уничтожения, повысить живучесть.

В этих условиях возрастают роль и значение метрологического обеспечения систем подготовки топогеодезических и гравиметрических

данных (войсковых топогеодезических и гравиметрических измерительных приборов) в решении задач поддержания РК в готовности к применению. От своевременного и качественного проведения метрологического обеспечения войсковых топогеодезических и гравиметрических приборов зависит оперативность и достоверность информации о состоянии местности в районе боевых действий, а это неразрывно связано с принятием решения на боевое применение РК, при подготовке и в ходе проведения боевых операций.

Анализ литературы. Анализ работ по организации метрологического обеспечения топогеодезических и гравиметрических измерительных приборов [1 – 5] показал не достаточное решение задач создания и эффективного функционирования системы метрологического обеспечения подготовки топогеодезических и гравиметрических данных измерительными средствами подвижных пусковых установок, особенно при ведении боевых действий.

Целью статьи является предложение направлений совершенствования системы метрологического обеспечения подготовки топогеодезических и гравиметрических данных измерительными средствами подвижных пусковых установок.

Основная часть. Современная концепция боевого применения РК тактического и оперативно-тактического назначения предусматривает проведение пуска с любой точки маршрута в любой момент времени с требуемой оперативностью и точностью.

Реализация этой концепции предполагает наличие топогеодезических и гравиметрических характеристик стартовой позиции, которые обычно определяются путем измерений непосредственно на позиции. Следовательно, обеспечить необходимую оперативность процесса измерений можно лишь при условии размещения измерительной аппаратуры на подвижной пусковой установке (ППУ) РК.

Проблема метрологического сопровождения выполняемых измерений как в мирное время, так и при ведении боевых действий, в общем случае решается путем периодической поверки средств измерений, выполняемой уполномоченными службами либо в районе дислокации ППУ с использованием транспортабельных эталонов-переносчиков соответствующих физических величин, либо на специальных метрологических полигонах.

В настоящее время для подготовки топогеодезических данных используются технологии спутниковой навигации – GPS-измерения. Определение ускорения силы тяжести (УСТ) проводится с помощью гравиметрической аппаратуры.

Между тем, вопросы метрологического обеспечения контроля качества и надежности как GPS-измерений, так и гравиметрических измерений в настоящее время не имеют исчерпывающего решения.

Так, при проведении GPS-измерений контролю подлежат все стадии процесса собственно измерений и обработки данных, а именно: сбор данных, передача данных, обработка и отображение результатов, аппаратура потребителя, аппаратура базовых станций (включая центральную), программные средства потребителя и сетевое программное обеспечение, эффекты влияния внешней среды, неточности орбит ИСЗ, работа линий связи, математические алгоритмы, используемые потребителем и в сети. Для осуществления такого контроля необходимы специальные алгоритмы, аппаратура и программное обеспечение, а также метрологическое обеспечение, предусматривающее анализ погрешностей измерений, калибровку или поверку средств измерительной техники, метрологическую аттестацию программных средств и расчетных алгоритмов [6].

Однако общепринятые международные сертификационные методики метрологического обеспечения GPS-измерений на сегодня отсутствуют.

В Российской Федерации предложен комплекс эталонов и средств измерений для испытаний аппаратуры потребителей космических навигационных систем ГЛОНАСС и GPS [7], позволяющий определять погрешность измерения времени, местонахождения (в движении и на стоянке) и скорости для различных типов аппаратуры.

Отметим, что в качестве рабочего эталона, который применяется при калибровании геодезической спутниковой аппаратуры, не может быть использован только лишь эталонный прибор повышенной точности, так как результаты измерений, полученные с помощью геодезической спутниковой аппаратуры, в большей степени зависят от условий прохождения радиосигналов от спутников. Для проведения метрологических испытаний с целью оценки спутниковой навигационной и геодезической аппаратуры предлагается создать геодезический полигон.

Полигон может быть представлен в виде сети опорных пунктов, которые расположены в различных условиях прохождения электромагнитных сигналов (например, открытая местность, хвойный, лиственный и смешанный лес, влияние электромагнитных препятствий и другие). Координаты и высоты опорных станций должны быть определены с необходимой точностью.

Проблема гравиметрических измерений и их метрологического обеспечения на сегодняшний день также далека от решения: соответствующие средства измерения имеются в ограниченном количестве, анализ их технического уровня показывает, что Украина располагает в

основном статическими гравиметрами, статус которых может быть определен как рабочее средство измерения и которые могут использоваться как образцовые средства измерения. При этом метрологическое обеспечение на этапах разработки и производства изделий практически отсутствует, а применительно к этапу эксплуатации – находится в зачаточном состоянии, в частности, нормативно-техническая база не в полной мере отвечает современным требованиям [1].

На сегодняшний день в Украине разработана государственная поверочная схема средств измерения УСТ, заложена определенная нормативная база в области гравиметрии, налажен выпуск и ремонт гравиметров баллистических абсолютных, создан государственный специальный эталон единицы ускорения силы тяжести, в состав которого входят, в частности, фундаментальный гравиметрический пункт, стационарный баллистический гравиметр, транспортабельный баллистический гравиметр, специальное транспортное средство [1].

С помощью транспортабельного эталона-переносчика единицу УСТ можно передавать конкретным потребителям.

Следует обратить внимание на то, что наряду со средствами измерений в гравиметрии используются меры, в роли которых выступают гравиметрические пункты с известными координатами и значениями УСТ, а также гравиметрические полигоны. Эти пункты и полигоны тоже должны быть метрологически обеспечены.

Исходя из изложенного, можно констатировать, что в мирное время проблема метрологического обеспечения GPS-измерений и измерений УСТ, проводимых средствами ППУ, должна решаться, как было отмечено выше, путем их периодической поверки уполномоченными службами либо непосредственно в месте дислокации ППУ (в частности, в позиционном районе) с использованием транспортабельных эталонов, либо на специальных полигонах, куда ППУ прибывает своим ходом.

При ведении боевых действий такой подход вряд ли возможен, поскольку потребность в поверке будет носить непрогнозируемый характер как по количеству, так и во времени. Например, ударная волна от близкого разрыва боеприпаса может привести к воздействию на аппаратуру нагрузок, превосходящих допустимые. К такому же результату приводит и движение по поврежденным дорогам, опрокидывание ППУ. Даже если при этом не происходит отказов в работе аппаратуры и сохраняется ее работоспособность, требуется проверка достоверности получаемой измерительной информации.

Понятно, что длительное ожидание прибытия поверочной службы или следование на поверочный полигон, количество которых, как прави-

ло, ограничено, равносильно невыполнению боевой задачи. К тому же, резко возрастает риск уничтожения подвижной пусковой установки противником.

Таким образом, разработка предложений по повышению оперативности метрологического обеспечения аппаратуры ППУ в условиях боевых действий представляется актуальной задачей.

Основываясь на имеющемся опыте, можно предложить следующий подход к тестированию (аттестации) аппаратуры потребителей космической навигации (АПСН) и гравиметрической аппаратуры ППУ РК, позволяющий проводить интегральную оценку качества и надежности (достоверности) измерений необходимой для пуска гравигеодезической информации.

В местах дислокации ППУ РК и в позиционных районах предварительно должны быть созданы на удалении друг от друга на 20...30 км опорные гравигеодезические пункты, координаты и высоты которых, а также значение в них УСТ были бы определены с точностью, соответствующей рабочему эталону, несколькими (двумя-тремя) независимыми методами и паспортизированы, что позволило бы использовать эти пункты в качестве образцовой меры.

Полученные сведения передаются в установленном порядке потребителям (в частности, на ППУ).

При необходимости тестирования рассматриваемой аппаратуры потребитель на ближайшем гравигеодезическом пункте своими измерительными средствами определяет соответствующие характеристики и сравнивает их с паспортными. Если расхождения не превосходят допустимых, АПСН и/или гравиметрическая аппаратура признается аттестованной (тестированной) и допускается к дальнейшей эксплуатации. В противном случае она подлежит замене на аттестованную или детальной проверке соответствующими службами войск.

Достоинством такого подхода является то, что он позволяет проводить аттестацию аппаратуры потребителя спутниковой навигации и гравиметрической аппаратуры одновременно при минимальных временных и материальных затратах.

Выводы. Предложенные направления совершенствования метрологического обеспечения GPS-измерений и измерений ускорения силы тяжести, осуществляемых аппаратурой потребителей космической навигации и гравиметрической аппаратурой ППУ РК, по сути дела является наиболее приемлемым в условиях введения повышенных степеней боеготовности и в ходе боевых действий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соловійов В.С., Шурубкин В.Д., Грабовська Л.А., Локишин Ю.В. Стан та перспективи розвитку вимірювань прискорення сили ваги (гравіметрії) та їх метрологічного забезпечення в Україні // Український метрологічний журнал. – 1996. – Вип. 2-3. – С. 62-67.
2. Соловьев Ю.А. Комплексование глобальных спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС и GPS с другими навигационными измерителями (обзор) // Радиотехника. – 1999. – № 1. – С. 3-19.
3. Бунцов И.А. Метрологическое обеспечение топографо-геодезических работ при геолого-геодезических исследованиях // Измерительная техника. – 2004. – № 1. – С. 64-65.
4. Анохин В.Н., Герасимов С.В., Бакулин И.Е. Проблемы метрологического обеспечения гироскопических приборов наземных подвижных объектов // Системы обробки інформації. – Х.: ХУ ПС, 2005. – Вип. 9 (49). – С. 202-205.
5. Сборник инструкций на методы и средства поверки в эксплуатации геодезических приборов. Утверждены Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР 13.05.1985. – М.: Недра, 1988. – 82 с.
6. Горб А.И., Прокопов А.В., Сидоренко Г.С. Метрологические аспекты обеспечения качества и надежности измерений, осуществляемых с помощью глобальных радионавигационных спутниковых систем // Сб. научн. тр. 2-го Международного радиоэлектронного форума «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития». – Х. – 2005. – Т. VII. – С. 173-175.
7. Денисенко О.В., Донченко С.И., Еремин Е.В. Комплекс эталонов и средств измерений для испытаний аппаратуры потребителей космических навигационных систем ГЛОНАСС и GPS // Измерительная техника. – 2003. – № 2. – С. 25-31.

Поступила 10.04.2006

Рецензент: доктор технических наук, ст. научный сотрудник В.И. Антюфеев,
Объединенный научно-исследовательский институт ВС Украины, Харьков.
