Аспирант московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК) Суницкий Е.И.

Статья опубликована в журнале «Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка», № 4, 2003.

**О тестировании спутниковых приемников и программных средств**

На этапе создания навигационно-геодезической аппаратуры и программных средств очень важным этапом является его тестирование. Под этим понимается целый комплекс работ, связанных с созданием плана контрольных операций (тестового плана) для конкретного продукта, проведением тестовых процедур и выдачи результата проведенных исследований. Последний представляет собой некоторую базу данных об ошибках, в которой постоянно отслеживаются и регистрируются всевозможные ошибки (с указанием даты, степени важности и другой вспомогательной информации, которая является важной при тестировании).

Перед написанием тестового плана сначала необходимо ознакомиться с создаваемым продуктом (например, спутниковый приемник, OEM-плата, компьютерная программа и так далее). При этом собирается вся имеющаяся информация по нему, а также потенциальные сведения, которые могут быть использованы (хотя и не обязательно) при тестировании в дальнейшем. К источникам такой информации можно отнести следующие документы:

* MRD (marketing requirements document) - «требования рынка». Этот документ создается на каждый продукт по результатам исследования рынка и содержит информацию, которая отражает то, что нужно пользователю по состоянию на текущий период;
* Документы и описания, относящиеся к предыдущим разработкам и аналогам (если создаваемый продукт имеет таковые).

Далее проводится детальное исследование имеющейся информации; определяются уже существующие особенности, тестирование которых уже в достаточной степени отработано и известно, а также выделяются те особенности, пути тестирования которых еще не известны и подлежат установлению. Таким образом, перед написанием тестового плана необходимо следующее:

* Изучить создаваемый продукт, понять его назначение и применение, знать все старые и новые особенности;
* Выбрать способ, по которому будет построен тестовый план.

Существует два основных способа написания тестового плана:

* Используя MRD;
* Используя сам продукт (если это, например, компьютерная программа или полевой контроллер в их первоначальном исполнении).

Хотя можно и комбинировать эти два способа. В любом случае лучше иметь экспериментальный образец «под рукой» для лучшего понимания и осознания работы. Особого отличия в результате здесь не наблюдается, несмотря на некоторые специфические отличия, и поэтому выбор определяется человеком, создающим тестовый документ.

В процессе написания тестового плана необходимо создавать отдельные разделы, которые описывают определенные тестовые процедуры для проверки соответствующих узлов, компонентов, вычислительных процедур и многое другое. При этом надо описывать тестовую процедуру и соответствующий ей контроль или диапазон, в который может попасть результат теста.

Следует понимать, что тесты могут различаться по качеству и количеству, поэтому при тестировании применяется принцип, согласно которому необходимо сводить число тестовых процедур к минимуму при сохранении эффективности всех тестов, таким образом, чтобы охватить всевозможные процессы в продукте. Это можно иллюстрируется на рисунке 1.

Эффективность, %

100%

Nopt N (объем тестовых процедур)

Рис. 1. Зависимость эффективности от объема тестов.

Как видно из графика, существует оптимальное значение Nopt, при превышении которого, увеличение тестовых процедур не приводит к какому-либо значительному увеличению эффективности, а лишь увеличивает трудозатраты. Поэтому, насколько число N будет приближаться к Nopt, зависит от опыта и умения человека, создающего план.

При написании документа следует детально описывать тестовые процедуры, чтобы они были понятны лицам, которые будут выполнять исследования по тестированию непосредственно.

Одним из важных этапов тестирования является тестирование навигационно-геодезической аппаратуры в динамическом (автономном или дифференциальном) режиме по заранее выбранному маршруту. С этой целью представляется возможным использование заранее отснятой, с помощью геодезического оборудования, карты-схемы, с нанесенными на нее различными объектами (здания, деревья, дороги и так далее). Наличие таких ценных для тестирования данных дает очень удобный и полезный инструмент для контроля, потому что можно выполнять исследования в разных режимах, но в почти одинаковых условиях, что позволяет осуществлять различного рода сравнения. Можно проиллюстрировать сказанное на рисунке 2.

здание

дорога

Рис. 2. Движение приемника по дороге, вдоль которой располагается здание.

- выдаваемая спутниковым приемником плановая координата.

Как видно из рисунка, при движении спутникового приемника около здания выдаваемое положение приемника искажено влиянием многопутности. Величины этих отклонений можно оценить, так как масштаб карты-схемы известен. Кроме этих данных, можно оценивать различную статистическую информацию, такую как число спутников, среднюю скорость движения и так далее.

Кроме динамических тестов, можно проводить различные тесты в статическом режиме.

Проведение тестовых процедур, связанное с выполнением тестового плана, представляет собой довольно-таки трудоемкий и, как правило, долгий процесс при создании сложного навигационно-геодезического оборудования или программных средств, поскольку разработанные тестовые процедуры «прогоняются» для каждой версии продукта. То есть на начальном этапе создается первая версия продукта, она подвергается тестовым исследованиям. После этого создается база данных об ошибках и неисправностях, которые впоследствии исправляются (полностью или частично) в следующей версии. Она, в свою очередь, снова исследуется и так далее до тех пор, пока не получится конечная скорректированная финальная версия.

При создании продукта (спутниковый приемник, программа обработки и др.) иногда используют принцип «от простого к сложному». При этом в начальных версиях реализуют не все задуманные особенности, а только часть их, и в дальнейшем осуществляют различные дополнения. Например, OEM-плата, поддерживающая дифференциальный режим работы по коду, на начальном этапе создания его не поддерживает и может тестироваться только в автономном режиме. Но в дальнейшем эта особенность реализуется и становится доступной для тестирования и дальнейших исследований.

В результате тестирования исполнитель получает различные качественные и количественные оценки и параметры. К качественным оценкам относят нечисловые особенности, наличие которых устанавливается фактически (спутниковый приемник самопроизвольно отключается, программа обработки спутниковых измерений не вычисляет базовые линии). К количественным параметрам относят числовые величины, которые получаются выполнением разного рода измерений. Приведем некоторые примеры таких параметров:

* Число пропусков при вычислении автономного (или дифференциального) положения приемника в течение часа;
* Дисперсии при оценке базовых линий при выполнении относительных измерений по фазе (или дифференциальных измерений по коду);
* Величины скачков по высоте и скорости при движении по ровной поверхности, когда приемная антенна находится на подвижной платформе (автомобиль, человек и др.).

Совершенно ясно, что существует большое количество таких оценок и параметров. Следует заметить, что некоторые из них (особенно статистические) надежно себя зарекомендовали при исследовании спутниковой аппаратуры.

В настоящее время область спутниковой геодезии и навигации постоянно развивается и расширяется, что требует и соответствующих новых подходов к тестированию спутникового оборудования и программных средств. Поэтому методы проверки и контроля тоже модифицируются и постоянно совершенствуются.