

О РОЛИ ГЕОДЕЗИИ, ГЕОИНФОРМАТИКИ И НАВИГАЦИИ В ИНФОРМАТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

С.И. Матвеев (МИИТ)

В 1963 г. окончил геодезический факультет Московского института инженеров землеустройства (в настоящее время — ГУЗ). После окончания института работал в Государственном институте проектирования городов, ЦНИИГАиК, с 1969 г. — на кафедре «Геодезия» МИИТ. В настоящее время — заведующий кафедрой «Геодезия, геоинформатика и навигация» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ). Доктор технических наук, профессор.

Знания геодезии как науки об измерениях и методах геометрического отображения объектов поверхности Земли во времени и пространстве в современных условиях глобальной информатизации общества приобретают основополагающее значение. Об этом свидетельствует повсеместное использование навигационных спутниковых систем, предоставивших каждому человеку необычайно удобные и легкодоступные средства измерения в пространстве и времени, и данных дистанционного зондирования Земли из космоса, составляющих основу разнообразных геопорталов в сети Интернет (например, <http://earth.google.com>, www.virtualearth.com и др.),

позволяющих осуществлять мониторинг земной поверхности практически в режиме реального времени.

Создаваемое этими и другими средствами **геоинформационное пространство**, ограниченное физической оболочкой Земли и расположенных на ней объектов естественного и искусственного происхождения и представленное в виде цифровых моделей, позволяет автоматизировать многие сферы человеческой деятельности, в том числе в области инвентаризации, проектирования, навигации и управления.

При этом именно геодезические, а не географические, геологические или другие данные являются базовой частью геоин-

формационных систем и технологий, следовательно, и новой области знаний — **геоинформатики**. В этом смысле геоинформатика в значительной степени определяется уровнем автоматизации в области геодезии, который в настоящее время достаточно высок. Он достигается средствами глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), дистанционного аэрокосмического зондирования, включающими радиолокационные данные сверхвысокого разрешения, лазерную локацию наземного и воздушного базирования. Именно эти средства и основанные на них инновационные геодезические технологии позволяют получать цифровые модели местности непосредственно и в режиме,

ГЕОМЕТР+Центр

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ;
ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА;
НАЗЕМНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ;
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ ДЕФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ

тел./факс (495)955-2857, 955-2851, 955-2852, 580-5816

близком к реальному времени. Технологии цифрового или координатного моделирования земной поверхности постепенно заменяют методы традиционной картографии.

Цифровые модели имеют существенные преимущества перед картографическими. В них отсутствуют традиционные картографические искажения, связанные с масштабированием и видом картографических проекций. Их точность определяется не масштабом карты, а точностью прямых измерений, несравненно более высокой. Нет необходимости в разделении моделей на отдельные части. Современные компьютерные технологии позволяют хранить модели любых объектов целиком, вплоть до модели всего геопространства Земли.

Для автоматизированных систем инвентаризации, проектирования, навигации и управления особой ценностью обладают векторные цифровые модели, представляющие собой реальные модели объектов окружающего геопространства.

Наиболее эффективным средством создания геоинформационного пространства являются так называемые геоинформационные системы (ГИС), предназначенные для комплексной обработки пространственно-временной геопривязанной информации. Возникшие первоначально как географические ин-

формационные системы, в настоящее время они приобрели значительно большие функциональные возможности. ГИС способны интегрировать в себе любые другие автоматизированные системы либо взаимодействовать с ними на уровне систем искусственного интеллекта, превращаясь в информационно-управляющие системы. Называть их географическими — противостоит, пусть они остаются просто геоинформационными. Иначе ошибочные представления и определения проникают в терминологию не только неискушенных пользователей Интернет, но и даже профессионалов. В действительности они используют цифровые модели и геодезические координаты: В (широта), L (долгота) и Н (высота над поверхностью эллипсоида) или их интерпретацию в форме прямоугольных пространственных (геоцентрических) координат — WGS-84 (World Geodetic System), ITRF (International Terrestrial Reference Frame) и ПЗ-90 (Параметры Земли 1990 г.).

Непрерывное излучение сигналов с космических аппаратов ГНСС: ГЛОНАСС (Россия) и GPS (США) создает единое координатно-временное радионавигационное поле, позволяющее осуществлять измерения пространственных координат на земной поверхности с помощью навигационных и геодезических

приемников ГНСС. Эта возможность широко используется для автоматизированного решения задач геодезии и навигации. Единое координатно-временное пространство устанавливает взаимосвязь между современной автоматизированной геодезией и навигацией.

Конечно, связь между навигацией и геодезией прослеживается изначально. Ведь основными задачами навигации, как известно [1], являются: определение координат мобильного объекта, направления, скорости и ускорения, выбор оптимального маршрута движения (в том числе кратчайшего). Эти задачи совпадают с основными задачами геодезии, решаемыми на эллипсоиде. Им всегда уделялось большое внимание, о чем свидетельствует, в частности, разработка продольно-цилиндрической проекции Г. Меркатором (1512–1594). Неслучайно и в России в 1701 г. Петром I была открыта Школа математических и навигацких наук, где математику преподавал Леонтий Магницкий, написавший первый отечественный учебник «Арифметика», оказавший влияние на становление отечественного образования. Существенно, что значительная часть учебника была посвящена решению задач практической геометрии (геодезии), поэтому школа стояла у истоков отечественного образования в области математики, на-

**ПОСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ - ОТ ЛАЗЕРНЫХ РУЛЕТОК ДО НАЗЕМНЫХ
СКАНЕРОВ И СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО
ДЕФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА**

**КОНСУЛЬТАЦИОННЫЕ УСЛУГИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СОВРЕМЕННЫХ
ПРИБОРОВ И ТЕХНОЛОГИЙ, КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

info@geometer-center.ru
www.geometer-center.ru

ГЕОМЕТР  **Центр**

вигации и, в определенной степени, геодезии. Подготовка кадров в этих областях уделялось повышенное внимание, достаточно сказать, что стипендия, выплачиваемая ученикам школы, в несколько раз превышала стипендию слушателей Греко-латинской академии, в которой в то время обучался М.В. Ломоносов.

В настоящее время высокоскоростные виды транспорта требуют решения навигационных задач и управления в режиме реального времени. Собственно для этих целей, в основном, и используются глобальные навигационные спутниковые системы, фиксирующие единый пространственно-временной континуум, в котором точность определения времени выше точности определения пространственных координат. Да и развитие компьютерных технологий позволяет решать навигационные задачи, связанные с алгоритмами сфероидической геодезии.

Для достижения высокой точности навигации и управления, обеспечения безопасности движения высокоскоростных видов транспорта используют комплексирование инерциальных, спутниковых, гироскопических и других видов измерений, дублирующих и дополняющих друг друга. Совместная математическая обработка этих измерений с помощью рекуррентных процедур стохастической фильтрации позволяет использовать достоинства всех составляющих комплекса и получать оптимальное решение навигационных задач.

Автоматизированное решение навигационных задач, безусловно, попадает в сферу действия геоинформатики. Более того, на стыке геоинформатики и навигации, естественным образом, формируется новая область знаний — **геоинформатика транспорта** или **геоинформатика реального времени**.

Отличительными особенностями геоинформатики транспорта являются:

- наличие высокоточной временной составляющей;
- необходимость прямой или косвенной синхронизации потоков измерительной информации;
- наличие геоинформационного пространства вдоль трасс и цифровых моделей траекторий движения мобильных объектов.

Интеграция геоинформационного пространства и измерений ГНСС может быть выполнена на базе пассивных моделей геопространства, как это делается в широко используемых GPS-навигаторах [2], когда данные спутниковых определений накладываются на растровую электронную карту. Такая интегрированная система служит достаточно эффективным средством поддержки принятия решения в системе человек — автомобиль. Что же касается интеллектуальных систем управления, то в них модели геопространства должны быть представлены активной формой — навигационными функциями $F(x)$ (координатными моделями траектории движения), подобными описанным в [3, 4]. Наилучшим математическим аппаратом для интеграции навигационных функций и ГНСС-определений является аппарат стохастической фильтрации Калмана, позволяющий, образно говоря, понять прошлое, истолковать настоящее и предсказать будущее в вероятностном смысле.

При неизвестной траектории движения мобильного объекта задачи навигации могут быть решены за счет совместного использования инерциальных и спутниковых измерений. В этом случае вектор состояния может формироваться координатами подвижного спутникового приемника, а вектор наблюдений — по результатам инерциальных измерений. Весьма эффек-

тивный модернизированный вариант фильтрации Калмана для такого варианта навигации приведен в [4].

Не менее существенные успехи геоинформационных и спутниковых технологий наблюдаются и в строительном комплексе. Геодезические спутниковые приемники и электронные тахеометры приводят к коренному изменению технологий съемочных и разбивочных работ, требующих весьма высокой квалификации исполнителей. Неслучайно профессия геодезиста относится к одной из высокооплачиваемых профессий строительного комплекса.

Резюмируя изложенное, можно отметить, что геодезия и тесно связанные с ней геоинформатика и навигация безусловно входят в сферу высоких информационных технологий — технологий будущего.

▼ Список литературы

1. Советский энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров; ред. кол.: А.А. Гусев и др. — Изд. 4-е. — М.: Сов. энциклопедия, 1987. — 1600 с., ил.
2. Найман В.С., Самойлов А.Е. и др. Все о GPS-навигаторах М.: NT Press, 2005. — 392 с.
3. Матвеев С.И., Круглов В.М. и др. Способ определения эталонной координатной модели железнодорожного пути и устройство для его осуществления. Патент на изобретение № 2287187. Приоритет изобретения от 6 апреля 2005 г.
4. Левин Б.А., Круглов В.М., Матвеев С.И. и др. Геоинформатика транспорта. — М.: ВИНТИ РАН, 2006. — 336 с.

RESUME

A role of geodesy as of a science on measurements and geometric mapping the Earth surface objects in both time and space is considered under the contemporary society global informatization. The «transport geoinformatics» together with the «real time geoinformatics» notion is substantiated by the example of the high speed types of transport.