

СПУТНИКОВЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ АЭРОГЕОДЕЗИИ

Рассмотрены спутниковые навигационные системы ГЛОНАСС и GPS, применяемые в аэрокосмических исследованиях объектов строительства. Анализируется использование этих систем в дисциплине аэрогеодезии.

Технология и методы системного автоматизированного проектирования строительства [САПС] затронули вопросы, связанные со значительным увеличением картографируемой информации об объектах и явлениях местности. Одним из новых научных направлений изучения природной среды являются аэрокосмические методы. Аэрокосмические методы не только ускоряют процесс инженерно-геодезических изысканий, но представляют принципиально новую информацию о природе Земли, её отдельных компонентах, явлениях и процессах, которую традиционными методами геодезических изысканий получить невозможно. Уже сегодня аэрокосмические исследования объектов строительства жилых и промышленных комплексов, трассирования автомобильных дорог, аэродромов приобрели большое значение. Успешное решение задач исследования способствовало развитию средств автоматизации и компьютерной техники, практические внедрения космических методов исследования Земли.

Дистанционные методы изучения земной поверхности с искусственных спутников позволяют прибор регистрации информации удалить от объектов местности на несколько сотен и тысяч километров. Необходимая информация передаётся приёмником GPS с помощью светового, инфракрасного, ультрафиолетового, радиотеплового и других видов излучения. Такой приёмник GPS навигационного класса точности картографии и ГИС «Pathfinder Pro XL» сравнительно дешёв и компактен.

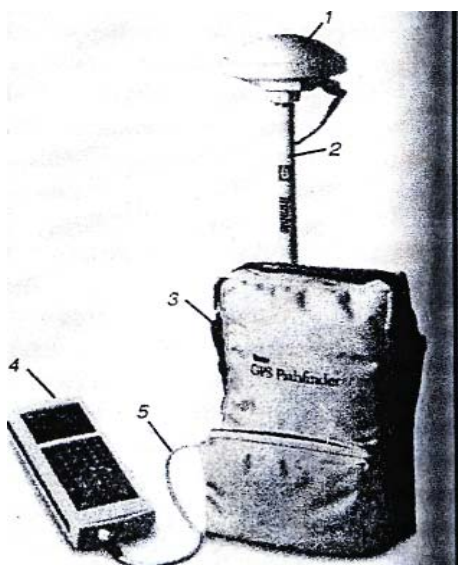


Рис. 1. Одночастотный 12-канальный GPS-приёмник класс точности картографии и ГИС «Pathfinder ProXL»:

1 – компактная антенна с обтекателем 2 – полуметровая сборная стойка;
3 – сумка для переноса системы; 4 – накопитель TDC 1; 5 – кабель загрузки данных

Более компактный приёмник GPS навигационного класса точности «Eagle Explorer», позволяющий сравнительно быстро определить координаты своего местонахождения с регистрацией на магнитных носителях информации.

Дистанционные методы исследования поверхности Земли осуществляют две спутниковые системы. Глобальная Навигационная Спутниковая система [ГЛОНАСС] (Россия) и Navigation System with Time and Ranging Global Positioning System [NAVSTAR GPS] (США).

В системе NAVSTAR GPS каждый спутник излучает на двух одинаковых частотах L-диапазона (L_1 и L_2). Спутник излучает индивидуальный код (т.е. последовательность периода переключения фазы на 180°) и имеет свой порядковый номер.

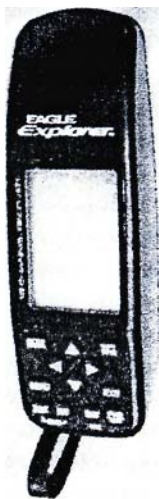


Рис. 2. Одночастотный 12-канальный GPS-приемник навигационного класса точности «Eagle Explorer»

В системе ГЛОНАСС все спутники излучают на своей частоте, а код общий для всех спутников. Частота определяется по формуле:

$$L_1 = f_{01} + k\Delta f_1; \quad L_2 = f_{02} + k\Delta f_2,$$

где $f_{01} = 1602$ МГц;

$f_{02} = 1246$ МГц;

k – номер спутника ($k = 0, 1, 2, \dots$);

$\Delta f_1 = 0,4375$ МГц;

$\Delta f_2 = 0,5625$ МГц

Заметим, что системы NAVSTAR GPS и ГЛОНАСС создавались в целях использования данных спутников для военного применения. Поэтому в систему эфемерид спутников умышленно вносятся искажения, а исключить эти искажения может приёмник, имеющий доступ к коду (военный приёмник). В этом случае предельная погрешность определения координат объектов составит $f_{\text{пред.х,у}} = \pm 10-20$ м. Обычный приёмник, работающий в режиме по коду C/A может определить абсолютные координаты с предельной погрешностью $f_{\text{пред.х,у}} = 150-200$ м. В системе ГЛОНАСС искажения не вносятся, что позволяет определять любому пользователю координаты своего местоположения с предельной точностью $f_{\text{пред.х,у}} = \pm 20$ м.

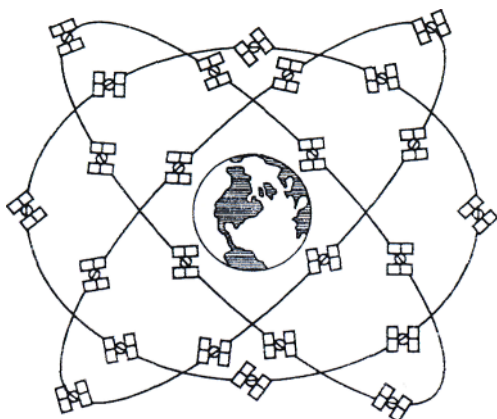


Рис. 3. Спутниковая навигационная система ГЛОНАСС

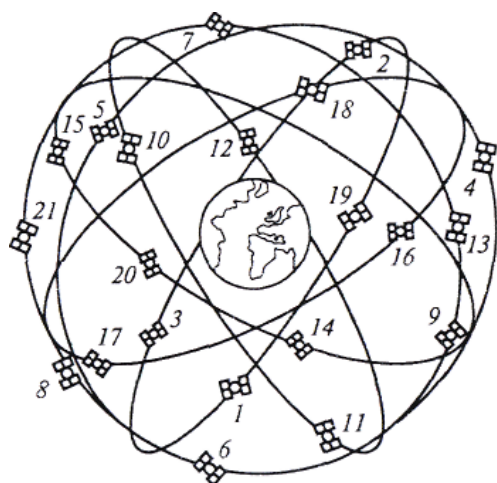


Рис. 4. Спутниковая навигационная система NAVSTAR GPS: 1...21 – номера спутников.

Орбиты спутников располагаются в трёх (рис. 3) практически круговых плоскостях и шести орбитальных плоскостях (рис. 4). Наклонение орбиты ГЛОНАСС составляет $64,8^\circ$, а системы NAVSTAR GPS – $55,0^\circ$. Такая ориентировка орбит обеспечивает непрерывность зоны действия ИС земли, повышает точность определения координат. Спутники расположены на геодезической высоте около 20180 км от поверхности Земли. Системы NAVSTAR GPS и ГЛОНАСС имеют 21 действующий спутник и 3 запасных с периодом обращения спутника 12 часов звёздного времени. Такое количество спутников равномерно распределено на космических орбитах позволяет на станциях приёма GPS принимать устойчивую информацию в виде светового инфракрасного, ультракрасного, радиотеплового и другого вида излучения, как минимум, от четырёх спутников в любой части Земли. Каждый спутник имеет кварцевые, цезиевые, рубидиевые стандартные частоты, позволяющие поддерживать стабильность часов спутника в пределах 1×10^{-12} . Цезиевые и рубидиевые стандарты частот координируют и управляют основной частотой – кварцевым стандартом частоты, генерирующим 10,23 МГц. Из основной частоты формируются две частоты L – диапазона, МГц:

$$L_1 = 10,23 \times 154 = 1575,42 \text{ (длина волны } 19,05 \text{ см);}$$

$$L_2 = 10,23 \times 120 = 1227,60 \text{ (длина волны } 24,45 \text{ см)}$$

Эти частоты через модуляторы поступают на антенну и передают на Землю информацию. Методом импульсно-фазовой модуляции информация накладывается на несущую частоту

и фаза сигнала скачком изменяется на 180° .

Главной задачей аэрогеодезии, как научной дисциплины, является изучение объёмов и пространственно динамических природных явлений по снимкам, выявление их закономерности в развитии, а её основное содержание составляет учение о снимке, его свойствах и способах интерпретации изображений. Источником информации учебного процесса предмета аэрогеодезия являются аэрокосмические снимки. Полученные с Интернета «Google» космические снимки системы NAVSTAR GPS и ГЛОНАСС на территорию нахождения учебных корпусов Псковского политехнического института разного вида и масштабов оригинальные и преобразованные, чёрно-белые и цветные активизируют занятия по аэрогеодезии.

Известно, что для получения объёмной модели местности по аэрофотоснимкам используется два перекрывающихся снимка и простейшие приборы наблюдения. Таким простейшим прибором для стереоскопического исследования является стереоскоп, а более точных измерений по стереоскопической модели местности проводят строгие методы на стереокомпараторе, стереомере, стереопроекторе и других цифровых автоматах.

Учебный процесс изучения предмета аэрогеодезии начинается с ознакомления производства аэрофотосъёмочных работ. Приобретаются знания работы с аэрофотоснимком, монтажём фотосхем и процессом дешифрирования. Если весь процесс дешифрирования проводится в два этапа (полевой и камеральный), то студенты пятого курса кафедры «автомобильные дороги» проходят только камеральный этап, опуская полевой. Здесь принимается во внимание тот факт, что студенты за четыре года обучения в институте хорошо знают расположение учебных корпусов и окружающую территорию, тем самым опускаются полевые исследования местности по снимку (фото 1). Поэтому камеральное дешифрирование космических снимков происходит по прямым и косвенным признакам объектов, без особых трудностей. На занятиях аэрогеодезии приобретается опыт решения инженерно-производственных задач по космическим снимкам. Студенты определяют среднюю квадратическую погрешность вычисления масштаба фотографического изображения, расстояния между объектами, размера и формы площади застройки, пространственного взаимного расположения зданий и сооружений, условные координаты заданных точек и т.п.



Фото 1. Космический снимок главного корпуса Псковского государственного политехнического института

Дистанционные методы исследования поверхности Земли используются в учебных программах ВУЗов страны.

В Псковском политехническом институте организован учебный процесс дисциплины аэрогеодезии, где по космическим снимкам проводят проектно-исследовательские работы строительства зданий и сооружений, проектирования автомобильных дорог, линейных сооружений. По космическим снимкам студенты приобретают опыт проведения инженерных расчётов планового и высотного обоснования строительства.

Приобретение знаний дешифрирования снимков позволит выпускникам института шагать в ногу со временем и успешно решать производственные задачи. Дистанционные методы исследования природных комплексов при инженерно-геодезических изысканиях как бы отодвигают рутинную работу обычных методов геодезистов и создают новую цифровую технологию работы с цифровой модели местности. Аэрокосмические методы расширяют объём цифровой информации объектов, создают рост топографической изученности, и, следовательно, увеличивают возрастающую потребность в топографических планах и картах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аэрокосмические методы географических исследований / В.М. Сердюков, Г.А. Потыченко, Д.А. Синельников – Киев : Высш. шк. Головное издательство, 1987 г. – 223с.
2. Инженерная геодезия. Учебник для ВУЗов. Е.Б. Ключин, М.И. Киселёв, Д.Ш. Михелёв, В.Д. Фельдман / под ред. Д.Ш. Михелёва. Москва : Издательский центр. «Академия», 2008 г. – 480 с.

В.Д. ГЛЕБОВ

КТО БУДЕТ ИЗОБРЕТАТЬ?

Рассматривается неудовлетворительное состояние технического уровня производства вследствие сокращения количества изобретений и необходимость включения в программу обучения студентов элементов патентоведения.

В настоящее время в Японии регистрируется 120 тыс. изобретений, в США более 100 тыс., а в России только 30 тыс. Причем из 30 тыс. патентов 20% выдается иностранным гражданам и из оставшегося мизерного количества патентов еще более мизерное их количество используется в производстве – менее 1%.

Поэтому сейчас США патентуют за границей 50 тыс. изобретений и имеют 36% рынка высокотехнологической продукции, Япония 30%, Китай 6% и Россия 0,3 % патентуя за границей всего 500 изобретений. По оценкам экспертов Россия занимает 74 место из 120 стран по инновационным процессам.

Следствием этого является почти полное исчезновение продукции отечественного производства, в чем нетрудно убедиться, зайдя в любой магазин (телевизоры, холодильники, стиральные машины и т.д.). Такое же положение с машинами, приборами, станками, лекарствами и другими изделиями. Все это привозное, купленное на нефтяные и газовые деньги. В связи с разразившимся экономическим кризисом цена нефти упала и количество поступающих нефтяных денег резко сократилось. Накопленный валютный запас быстро закончится, а продавать кроме сырья нечего, потому что промышленные предприятия практически не производят законченной продукции. Законченные изделия не производятся предприятиями, поскольку они не конкурентоспособны в сравнении с зарубежными и их невозможно продать. При производстве изделий нашими предприятиями на изготовление затрачивается в 2-3 раза больше энергии, а при эксплуатации энергопотребляющих изделий они её потребляют больше, чем аналогичные зарубежные. Кроме того, изделия наших предприятий более материалоемки, в то же время их стоимость не намного ниже в сравнении с привозными, несмотря на низкий уровень зарплат, поскольку из-за несовершенной технологии производительность в 2-3 раза меньше в сравнении зарубежными производителями.