

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Изучение комплекта спутниковой аппаратуры. Определение координат пунктов с использованием спутникового оборудования.

Камеральная обработка результатов измерений

Цель работы: Изучить комплект спутниковой аппаратуры. Приобрести практические навыки работы со спутниковым оборудованием.

Состав комплекта спутниковой аппаратуры:

1. Полевой контроллер TOPCON FC-250



Описание полевого контроллера TOPCON FC-250

Процессор	Marvell PXA320, 806 МГц
Операционная система	Microsoft Windows Mobile 6.5
Память	256 Мб/1 Гб RAM
Слоты расширения	1 Compact Flash, 1 SD Media
Дисплей	480x640 VGA цветной TFT
Подсветка	Светодиодная
Аудио	Герметичный динамик (моно), герметичный микрофон

FC-250 – это новый полевой контроллер компании Topcon, пришедший на смену контроллеру FC-

200. Новый контроллер, как и его предшественник, подходит для использования практически со

всеми приборами фирмы Topcon.

FC-250 оснащен операционной системой Windows Mobile 6.5, модулем беспроводной

связи Bluetooth 1.2. Для управления ГНСС приемниками и тахеометрами в контроллер

устанавливается программное обеспечение TopSurv, которое является модульным и, в зависимости от поставленных задач, пользователь может выбрать необходимый для работы модуль.

Программа TopSurv содержит следующие модули:

- о TS (Total Station) – модуль для работы с электронными тахеометрами,

- о Robotic - модуль для работы с роботизированными тахеометрами,

- о Road (Трассы) - модуль используется для выполнения дорожного проектирования,

- о GIS - ГИС модуль, предназначен для совместной работы с ГНСС приемниками фирмы TOPCON в режиме DGPS,

- о GPS+ - модуль для совместной работы с ГНСС приемниками TOPCON в различных режимах съемки,

- о mm GPS - модуль для работы с системами mmGPS, используется в системах 3D Machine Control и

при RTK-съемке для получения координат с миллиметровой точностью.

Операционная система Windows Mobile 6.5 с процессором 806 МГц, внушительный объем внутренней памяти, наличие слота для использования CF/SD карт памяти, цветной сенсорный TFT дисплей размером 3,7 дюйма делают работу с контроллером приятной и обеспечивают быстрое получение конечных результатов в поле

2. GNSS ПРИЕМНИК TOPCON GR3



Возможности приемника GR-3 позволяют «тотальное» слежение за всеми спутниками всех навигационных систем, высокозащищенное исполнение с «пуленепробиваемой» гарантией надежности.

Чип Paradigm G3 захватывает сигналы от всех трех спутниковых систем позиционирования: GPS, ГЛОНАСС и вводимой в эксплуатацию системы Galileo, устанавливая новые стандарты для качества работы и точности.

GR-3 имеет 72 универсальных канала, которые могут отслеживать до 36 спутников одновременно.

GR-3 отличается полностью интегрированным исполнением, и в качестве базовой станции и как мобильный приемник.

Дополнительные особенности приемника GR-3 технологии Paradigm G3:

- Двуххватный приемопередающий встроенный радиомодем 915 + (кроме рынков Европы и Азии).
- Дополнительный внутренний GSM / GPRS модем.
- Эргономичный дизайн приемника включает быстросъемное крепление к вешке.
- Две съемные штатные батареи с возможностью «горячей» замены.
- Дополнительный адаптер для использования пальчиковых элементов питания типа AA.
- Дополнительно, GR-3 может комплектоваться полевым контроллером с возможностью подключения по беспроводной технологии Bluetooth.

Режимы и методы спутниковых измерений

Существуют следующие основные режимы работы спутниковых приемников:

1. статический режим (Static);
2. ускоренный статический режим (Rapid Static) или (Fast Static);
3. режим измерений с возвращением (Reoccupation);
4. режим измерений "стою-иду" (Stop & go);
5. кинематический режим измерений с постобработкой (Kinematic с PP);
6. кинематический режим измерений в реальном времени (RTK);
7. кинематический режим измерений в полете;
8. навигационный режим;
9. кинематический режим измерений и обработки в реальном времени (Real Time Kinematic GPS-RTK GPS).

Для выполнения статической съемки необходимо, чтобы два приемника проводили наблюдение на каждом конце базисной линии приблизительно в течение часа. За один час собирается большое количество данных, что позволяет процессору базисных линий в рамках имеющихся данных решить больше задач, которые невозможно решить, используя более короткие периоды наблюдений. Статический режим используется для измерения протяженных (> 20 км) базисных линий, для создания и реконструкции геодезических опорных сетей.

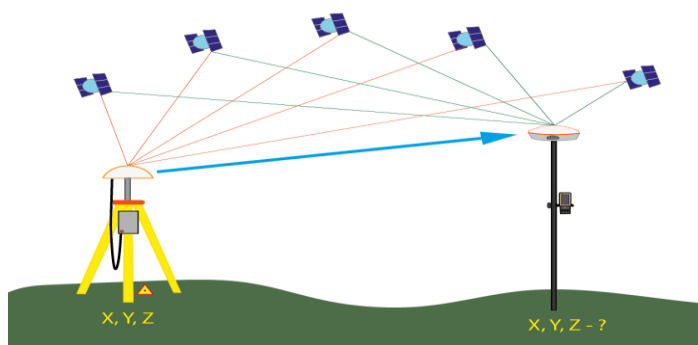
Для проведения съемки методом «быстрой статики» приемники работают на каждой базисной линии в течение 5-20 минут, в зависимости от ее длины, количества спутников и геометрии созвездия спутников. Метод преимущественно применяется для создания сетей сгущения и съемочного обоснования.

Во время выполнения кинематической съемки в режиме Stop & go (Остановка-и-Движение) используются два и более приемников. Все базисные линии последовательно определяются относительно опорного приемника. Остальные приемники перемещаются в пределах зоны проекта, производя наблюдения на пунктах, координаты которых неизвестны. Использование режимов кинематических съемок требуют обязательной инициализации подвижного приемника.

Непрерывная кинематическая съемка позволяет пользователю вычислять положение подвижного(ных) приемника(ов) в любое время: на станциях съемки и во время движения. Такой метод съемки часто используется для топографического картографирования. Он позволяет для каждой эпохи проводить вычисление вектора, означающее, что в каждый момент времени производится регистрация измерений.

Имеется возможность проведения в реальном времени как непрерывной кинематической съемки, так и кинематической съемки в режиме Stop-&-go, когда решения могут рассматриваться непосредственно в поле. Для этого требуются приемники, оснащенные дополнительным встроенным микропрограммным обеспечением реального времени (RTK параметр), и радиоприемник для данных между базой и подвижными приемниками.

Определение координат с использованием спутниковых технологий



Для определения координат создаваемого пункта на земной поверхности устанавливают на нем приемник электромагнитных колебаний, с помощью которого одновременно измеряют расстояния до нескольких спутников. С целью определения пространственных прямоугольных координат X_P , Y_P , Z_P пункта P измеряют расстояние R_1 между определяемым пунктом и ИСЗ.

Рассмотренное геометрическое построение называют пространственной линейной засечкой. Затем от пространственных координат в мировой системе WGS-84 переходят к системе координат, принятой в данном государстве.

При производстве землеустроительных работ по установлению границ земельных участков рекомендуется применять лучевой (радиальный) метод измерений при использовании режимов работы спутниковых приемников

«быстрая статика», «кинематика с постобработкой» и «кинематика в режиме «Stop & go».

Выбор режима спутниковых измерений зависит от необходимой точности определения координат и вычисления площадей земельных участков, длин базовых линий от исходного пункта и используемых частот спутникового приемника. В таблице приняты следующие обозначения:

σ_p - средняя ошибка положения поворотных точек границы земельного участка относительно ближайших пунктов съемочного обоснования.

m_p - средняя квадратическая ошибка (СКО) положения поворотных точек границы земельного участка относительно ближайших пунктов съемочного обоснования;

m_s - средняя квадратическая ошибка определения длины базовой линии;

$m_{s \text{ пред.}}$ - предельная средняя квадратическая ошибка определения длины базовой линии, равная $m_{s \text{ пред.}} = 2,5 m_s$.

При расчете средних квадратических ошибок определения базовых линий исходили из стандартной точности измерений, без учета условий наблюдений, геометрии сети, параметров атмосферы, помех и др. факторов.

Камеральная обработка результатов измерений

В общем процессе обработки выделяют 3 этапа:

- первичная обработка. Вычисление выполняется в процессе измерений непосредственно в полевых контроллерах (наличие спутников, фактор PDOP, фактор снижения точности пространственного местоопределения (три координаты) рекоменд. значение 4);

- предварительная обработка. Выполняется с целью оперативной оценки качества измерений в ходе или на объекте с использованием программного обеспечения. При этом выполняется решение неоднозначности по всем линиям, оценка точности по внутренней сходимости результатов, и сходимость результатов по внутренним построениям.

— окончательная обработка измерений. Вычисляются координаты определяемых пунктов.

В зависимости от создаваемых сетей окончательная обработка выполняется:

1. С использованием программ-фирм изготовителей спутникового оборудования (небольшие сети до 20 км).

2. Уравнивание с помощью программ, разработанных в НИИ (региональные сети).

3. В программах уравнивания совместных измерений (ГТС, ФАГС и т.д).

Основные этапы обработки при уравнивании с использованием программ фирм-производителей включают: Просмотр, редактирование данных (например, исключение проблемных базовых линий из уравнивания)

уравнивание измерений преобразование координат. При создании геодезических сетей спутниковыми методами координаты пунктов получают в общеземной геоцентрической системе координат WGS-84. При использовании спутниковой GPS-технологии необходимо выполнять преобразование из геоцентрической общеземной системы WGS-84 к референцной системе СК-42. Одновременно с этим необходимо перейти от геодезических высот точек к нормальным высотам. Параметры преобразования систем координат определены в результате совместного уравнивания геодезической, спутниковой, астрономической сети.

Однако, координаты пунктов государственной геодезической сети, полученные в результате блочного уравнивания, имеют неизбежные искажения на каждом локальном участке уравнивания т.е. координаты исходного пункта используемого в качестве базовой станции имеют неизбежные погрешности. Таким образом, координаты пункта определяемого спутниковым методом относительно базовой станции будут содержать ошибку, включающую ошибку исходных данных и ошибки измерений. Выходом из такой ситуации будет определение параметров трансформирования систем координат WGS-84 и СК-42 для локального участка местности, используя пункты ГГС. По вычисленным параметрам трансформирования можно создать локальную систему на участок работ, которая приближена к исходной и будет повторять все искажения исходных пунктов ГГС. Программное обеспечение, используемое для обработки спутниковых измерений, как правило, позволяет определять параметры трансформирования систем координат WGS-84 и СК-42 и создавать новые локальные системы координат для локального участка.