

УДК 625.72

## ИНСТРУМЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ СОЗДАНИИ ТОЧЕК СПУТНИКОВОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ

*А.И. Каршибоев, А.А. Хакимов, Ж.Ш. Хикматиллоев*

*Ташкентский государственный транспортный университет,  
г. Ташкент, Узбекистан;*

**Аннотация:** Современные геодезические измерения, основанные на данных, полученных с GPS станций, используются в промышленности, строительстве, производственных и других сферах народного хозяйства для определения местоположения дорог, зданий и сооружений, трубопроводов, каналов, аэродромов, станций и других объектов на картах и планах, их нанесения, проектирования, строительства и эксплуатации. Такие сложные задачи, требующие большой ответственности, автоматизируются и компьютеризируются. Использование современной техники и технологий в измерительных работах является целесообразным для быстрого и качественного выполнения геодезических измерений. Рекомендуется использовать современные GPS-приемники для достижения этой цели.

**Ключевые слова:** GPS, ГСИГТ, RGP, IGS, GLONASS, частоты, Leica GS-10, Z-SurveyorFX (MAGK), Leica GS-10

Государственные геодезические сети на базе спутниковых навигационных систем Республики Узбекистан (Государственные спутниковые геодезические сети – ГСИГТ) строятся при переходе от государственных к частным с использованием методов спутникового слежения через системы GPS и GLONASS и включают в себя:

- Сеть референсных геодезических пунктов (РГП);
- Сеть нулевого класса сетевых геодезических пунктов (СГП-0);
- Сеть первого класса сетевых геодезических пунктов (СГП-1).

Система РГП предназначена для установки универсальной пространственной системы координат (WGS-84) непосредственно на территории Республики Узбекистан. В настоящее время на территории нашей Республики имеется 5 таких опорных геодезических пунктов, они установлены в городах Фергана, Ташкент, Ургенч, Термез и Китаб и во всех из них завершены измерительные работы. Отправными точками для RGP служат регулярные рабочие точки Международной GPS-службы геодинамики (International GPS-Service for Geodynamics – IGS). Такие пункты расположены, в том числе на территории Республики Узбекистан, в городе Китаб.

Через систему РГП общая фазовая координатная система распространяется на пункты нижнего класса искусственного спутникового движения. В зависимости от режимов работы РГП разделяются на регулярные (активные) и временные (пассивные) пункты. Все референсные геодезические пункты должны быть связаны с тремя IGS-пунктами и дополнительными РГП-измерениями. Среднее расстояние между референсными геодезическими пунктами должно составлять от 500 до 800 км.

Среднеквадратическая погрешность определения положения РГП относительно ближайшей точки IGS не должна превышать 2 см по плановым координатам и 3 см по геодезической высоте.

Системы спутниковой радионавигации GPS и GLONASS разработаны в соответствии с требованиями, определяемыми их двойным назначением: военными и гражданскими целями (независимо от глобальности, непрерывности и гидрометеорологических условий, а также от времени, суток, года и прочего). Применение систем GPS, GLONASS основано на дифференциальном методе поэтапных спутниковых измерений с участием не менее двух приемников и четырех или более спутников.

Основные характеристики навигационных спутниковых сетей GLONASS и GPS представлены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры	GLONASS	GPS
Количество проектных	24	24
Количество орбитальных плоскостей	3	6
Высота орбиты относительно центра масс, км	25 500	26 600
Способ разделения сигналов	частотный	кодированный
Основные частоты L-1, L-2 в МГц	1602,6-1615,5 1246,4-1256,5	1575,4 1227,6
Пространственная система координат	PZ-90	WGS-84 (MGS-84)
Виды эфемерид	Геоцентрические координаты и их производные	Модифицированные элементы Кеплера

GPS и GLONASS системы радионавигации достигают высокой точности навигационных характеристик за счет работы трех небольших систем:

- навигационная сеть спутников;
- управление наземной навигационной сетью;
- оборудование пользователей.

Система управления наземной навигационной сетью отвечает за контроль над работоспособностью навигационных спутников, регулярное внесение точных данных в эфемериды каждого спутника, периодическое обновление содержания навигационных сообщений и предоставление наземных средств для транслирования информации спутникам.

Оборудование пользователей представлено различными типами приемников и программным обеспечением для выполнения навигационных и измерительных задач. Типы и модели геодезических навигационных приемников представлены в таблице 2.

Для выполнения работ по определению начальных точек городской геодезической навигации используются два приемника с двумя частотными каналами, подключенные к первой группе. В случае с каркасными сетями и работой с первой и второй группами используются приемники, подключенные к соответствующим группам.

В городской геодезии второго класса для выполнения работ используются приемники, подключенные к первой и второй группам, за исключением тех случаев, когда требуется использование приемников третьей группы.

Таблица 2

Типы приемников	Группы	Минимальное количество каналов	Частоты	Точность
Двухчастотный и двухсистемный и выше	1	24	L1/L2(GPS)+ L1/L2(GLONASS)	3 мм+ $1 \cdot 10^{-6} D$
Двухчастотный и односистемный	2	9	L1/L2(GPS) или L1/L2(GLONASS)	(3-5) мм+ $1 \cdot 10^{-6} D$
Одночастотный и односистемный	3	9	L1(GPS) или L1(GLONASS)	10 мм+ $2 \cdot 10^{-6} D$

Через приемники GPS/GLONASS можно внести следующие преимущества в построение искусственных спутниковых сетей:

- 1) отсутствие необходимости в визуальном контакте между точками;
- 2) измерения расстояния и угла не требуются;
- 3) не требуется выбор времени для выполнения измерений (процесс измерения продолжается даже при экстремальных условиях, таких как высокая или низкая температура или даже при 100% влажности);

данные, полученные в поле, могут быть легко и быстро обработаны на основе соответствующих программ на компьютерной технологии.

GPS-приемники производства компании Ashtech (США) использовались для статического метода с помощью двух антенн Shoke Ring AT 504, способных автоматически отслеживать все спутники по 12 независимым каналам, и двух приемников Leica GS-10 и Z-SurveyorFX (MAGK) с двумя частотными каналами. Структура приемника Leica GS-10 показана на рисунке 1.



Рисунок 1. Leica Viva GS10



Рисунок 2. AT 504 (антенна)

Все спутниковые геодезические приемники прошли контроль на эталонной базе MAGK, расположенной в Охангаронском районе, для проведения метрологической аттестации и считаются пригодными для выполнения измерительных работ в спутниковых геодезических сетях всех классов.

**Заключение:** Рассмотренные в статье технологии и инструменты для создания спутниковых геодезических сетей демонстрируют высокую эффективность при использовании систем GPS и GLONASS. Установлено, что данные системы обеспечивают точные и надежные измерения, что особенно

важно при решении сложных задач геодезии и картографии. Приведенные характеристики приемников и анализ их применения показывают, что внедрение этих технологий позволяет значительно повысить качество и скорость выполнения геодезических работ. Таким образом, использование современных геодезических инструментов и технологий является обоснованным и необходимым для обеспечения точности и надежности пространственных измерений в различных областях народного хозяйства.

#### **Литература:**

1. Скворцов А.В., Поспелов П.И., Колов А.А. Геоинформатика в дорожной отрасли. – М.: МАДИ (ГТУ), 2005. - 250 с.
2. GIS SOLUTIONS FOR SURVEYING.(How GIS is or can be used in my workplace) By NM Mpititi (June 2016), Survey technician at Surveying & Land Information Department.
3. De Мерс М.Н. Geograficheskaya informatsionnqe Sistemy. Osnovy. / Per. Sangl. –М.: Data+, 1999.-290s.