

## **ТЕМА: НАВИГАЦИОННЫЕ ПРИЁМНИКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ГЕОДЕЗИИ**

Все приёмники, используемые в инженерно-геодезических работах, делятся на две группы:

**Первая группа.** К этой группе относятся приёмники, которые работают по принципу последовательного отслеживания и измерений расстояний до навигационных спутников рабочего созвездия;

**Вторая группа** – это приёмники, которые отслеживают и обеспечивают измерение расстояний одновременно до четырех или более навигационных спутников, то есть ведущие измерения параллельно.

Преимуществом GPS-приёмника является:

- оперативность;
- мобильность;
- возможность проведения измерений в сложных условиях;
- исключается необходимость в прямой видимости на пункты государственной геодезической сети.

Существуют следующие виды приёмников:

**1. Одноканальные приёмники**, которые используются в случаях, когда не требуется вести измерения «в режиме реального времени», то есть непрерывно и не требуется измерения скорости объекта, на котором установлен приёмник.

Для определения координат местоположения одноканальный приёмник выполняет последовательно четыре отдельных измерения до четырех различных спутников.

Измерение одной точки занимает от 2 до 30 секунд, что во многих случаях может оказаться вполне приемлемым.

**Одноканальные приемники экономичны и дешёвы, но тем не менее им свойственны недостатки:**

- нельзя производить измерения с подвижного объекта (с автомобиля и т.д.);
- в ходе каждого цикла (из четырех измерений) приёмник должен оставаться неподвижным;
- работа по определению координат прерывается в моменты, когда навигационные спутники передают свои информационные сообщения, прием и расшифровка каждого из которых занимает около 30 секунд;

**2. Двухканальные приемники** работают по следующему принципу:

- один канал приёмника производит обработку результатов временных измерений до одного спутника, другой канал устанавливает радиокontakt с очередным спутником для проведения измерений;
- закончив цикл частичной обработки данных первый канал мгновенно переключается на измерения очередного спутника без потери времени на его «захват» и «прослушивание»;
- второй канал, который называется административный, тем временем обращается к следующему спутнику и т.д.

**Административный канал** используется для приёма информационных сообщений без прерывания процесса определения координат местоположения и может быть использован для обработки временных измерений.

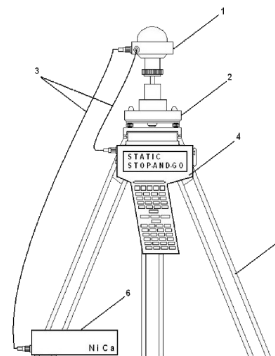
Современные двухканальные приёмники программируются для слежения за более чем четырьмя спутниками, и в тех случаях, когда за одним из рабочих спутников теряется контроль, мгновенно используется другой, без перерыва процесса определения координат, что существенно ускоряет работу приёмников;

**3. Многоканальные приемники (непрерывного слежения)** при производстве инженерно-геодезических работ могут иметь 4,6,8,12 и даже 24 канала слежения, что дает непрерывное определение координат в режиме реального времени, скорости и траектории движения. Многоканальные приёмники могут обрабатывать сигналы всех спутников рабочего созвездия, видимых в настоящий момент на небосклоне, а некоторые приёмники одновременно и спутники разных орбитальных систем: NAVSTAR (США) и ГЛОНАСС (Россия).

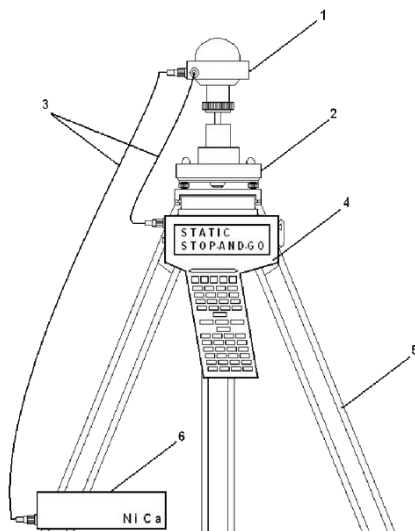
**4. Многоканальные двухчастотные приёмники** – это приёмники, которые работают с использованием кодов на двух частотах: 1575,42 МГц и 1227,6 МГц. Приёмники такого уровня обеспечивают более точное определение координат точек местности.

Современный приёмник содержит следующие главные компоненты:

- антенна и связанная с ней электроника;
- радиочастотный блок с контурами слежения;
- навигационный микропроцессор;
- блок питания;
- блок команд и контрольный дисплей



- 1 – приемное устройство,
- 2 – подставка,
- 3 – соединительные кабели,
- 4 – блок управления (контроллер),
- 5 – штатив,
- 6 – аккумулятор.



- 1 – приемное устройство,
- 2 – подставка,
- 3 – соединительные кабели,
- 4 – блок управления (контроллер),
- 5 – штатив,
- 6 – аккумулятор.

**1. Антенна.** Антенное устройство – это входная часть GPS-приёмника и обеспечивает приём радиосигнала от входящих (в поле зрения) спутников. Выбранный тип и режим работы антенны влияет на прием сигналов от спутников и на точность производимых спутниковых измерений.

Антенны для геодезических GPS измерений должны быть прочными, простыми по конструкции, иметь стабильные электрические фазовые центры, быть устойчивыми и иметь хорошие характеристики диаграммы направленности, одинаковые во всех направлениях верхней полусферы.

Для GPS-антенны важны размеры и форма, так как от этих характеристик зависит способности антенны улавливать и передавать в приёмник очень слабые сигналы.

Существуют следующие типы антенн:

- монопольной и дипольной конфигурации;
- квадрифилярные (с намоткой в четыре нити) спирали;
- спиральные завитки;
- щелевые и микрополосковые.

**2. Радиочастотный блок и система слежения.** Работа радиочастотного блока в GPS/ГЛОНАСС – приёмнике состоит в переводе радио частоты (РЧ),

прибывающей на антенну, к более низкой частоте, которая называется промежуточная частота (ПЧ), при помощи её легче управлять в других блоках приёмника.

Основными элементами радиочастотного блока являются:

- генератор опорной частоты;
- умножители для получения более высоких частот;- фильтры для подавления ненужных частот;
- смесители.

Промежуточная частота получается путем перемножения в смесителе входного сигнала с чистым синусоидальным сигналом, генерируемым составной частью приёмника, известной как вспомогательный генератор (гетеродин).

**3. Микропроцессор.** Сигнал на промежуточной частоте преобразуется в цифровую форму и слежение за кодами и фазами выполняется с помощью программы в микропроцессоре.

Под контролем микропроцессора в GPS-приёмниках происходят следующие операции:

1. Начальный захват сигналов спутника;
2. Отслеживание кодовых и фазовых сигналов;
3. Обработку навигационного сообщения;
4. Определение координат местонахождения пользователя;
5. Контроль текущих состояний спутников в созвездии и др.

Микропроцессор включает:

- таймеры;
- различные запоминающие устройства;
- интерфейсные платы для стыковки с пультом управления;
- другие характерные для вычислительной техники узлы.

Микропроцессор управляет вводом команд от пользователя, выводом информации на дисплей и передачей данных через порты связи.

**4. Блок питания.** Приёмники имеют внутреннее питание постоянным током, обеспечиваемое перезаряжаемых никель-кадмиевых аккумуляторов.

Приёмники последних моделей потребляют очень малый ток, что увеличивает время работы от аккумуляторов.

**5. Блок команд и контрольный дисплей.** Большинство приёмников имеют клавиатуру и дисплей для интерактивной работы пользователя с устройством.

Клавиатура используется для ввода команд, ввода данных, для установки оптимальных функций, для ввода вычисленных координат, времени и других деталей в память устройства.

Дисплей используется как устройство вывода информации. На экране устройства выводятся текущие данные о спутниках и их положении, о координатах места нахождения приёмника.

Устройство навигационного приёмника состоит из аналоговой и цифровой частей:

1. Вибратор антенны и МШУ (малошумные усилители) находятся в антенном блоке, а МШУ может быть распаян внутри модуля GPS, а антенный вибратор размещен на отдельной плате;

2. После МШУ усиленный сигнал поступает на двухканальный супергетеродинный приёмник (вспомогательный генератор) в СВЧ-часть (СВЧ – сверхвысокая частота);

3. В каждом канале установлен усилитель РЧ (радиочастот), смеситель, фильтр ПЧ (промежуточной частоты), на который подается соответствующий сигнал опорной частоты;

4. Второй преобразователь частоты (CLK) формирует тактовый сигнал для работы АЦП (аналого-цифрового преобразователя);

5. Третий преобразователь частоты формирует (CLK) тактовый сигнал для работы микропроцессора и других цифровых устройств;

6. После «понижения» частоты сигнал оцифровывается аналого-цифровым преобразователем (АЦП) и уже цифровой сигнал обрабатывается в специальной схеме ASIC.

*ASIC (АСИК) – эта микросхема выполняет (и очень быстро) только те операции, которые в ней запрограммированы. Кроме выполнения определённых алгоритмов ASIC больше ничего не умеет.*

7. Помимо аппаратной обработки, в приёмнике реализована и программная обработка. В составе любого GPS-приёмника есть своя микропроцессорная система – это микрокомпьютер.

Микрокомпьютер состоит из следующих частей:

- процессора;
- ПЗУ (постоянное запоминающее устройство);
- ОЗУ (оперативное записывающее устройство) – оперативная память;
- порты интерфейсов.

Существуют следующие основные методы проведения измерений:

1. **Статический метод** – это наиболее точный способ, погрешность которого не превышает 5мм (миллиметров);

Статический метод применяется при выполнении высокоточных работ. Продолжительность сеанса зависит от длины в сеансе линий, количества одновременно наблюдаемых спутников, типа приёмников и требуемой точности.

Недостатки статического метода:

- наблюдение производится длительное время от 30 секунд до двух часов;
- при холодной погоде снижается время работы аккумулятора;

2. **Кинематический метод** используется в топографической съёмке и на масштабных объектах. Погрешность измерений составляет не более двух сантиметров.

Достоинство – измерение производится за короткий период времени.

**3. Быростатистический метод.** На основании этого метода создается схема сгущения сетей. Для выполнения измерений достаточно 15-20 минут, чтобы получить необходимые данные.

Недостаток – не самый достоверный способ измерений.