**Практическая работа №21 «Знакомство с конструкцией и методикой измерений навигационных приёмников».**

1. **Описать историю навигационных приборов и методов**

**вплоть до систем глобального позиционирования**

1. **Сделать обобщённую схему АП. Описать каждый её элемент.**

Сектор пользователя представляет собой различного вида приемники. Они могут располагаться на борту самолета, корабля, в автомашине, в кармане пешехода, а также над центром геодезического пункта. Эти приемники представляют собой приемно-передающую антенну, предназначенную для приема информации и для измерения псевдодальностей до спутника. В приемниках имеется собственный генератор частот (кварцевые часы), источник питания в виде аккумуляторной батареи, мини-ЭВМ и возможность

приема и передачи информации от наземного исполнителя. Управление приемником осуществляется с помощью дополнительного

устройства, которое называется «контроллер».

Для окончательной обработки полученной со спутников информации, ее необходимо передать на базовый компьютер, имеющий программу по обработке этой информации. Чтобы получить окончательные значения длин линий или координат, необходимо приехать на базу и передать на компьютер записанную информацию. Можно ускорить процесс и получить результаты измерений непосредственно на пункте. Но для этого приемник должен быть

снабжен радиомодемом.

Обычно выделяют три модификации приемников. Приемники

первого класса предназначены для быстрых навигационных определений координат с небольшой точностью; второго класса – для определения положения движущихся объектов; третьего класса – для

геодезических целей. Спутниковое оборудование выпускают более

50-ти производителей различных стран мира, основными из которых являются фирмы: «Тrimble» (США), «Leica» (Швейцария),

«ProMark» (Япония), «Geotonics» (Швеция), «Sersel» (Франция),

«ГЕО» (Россия) и др. [21, 22, 23].

**Основные требования к GNSS (GPS/ГЛОНАСС) приемнику**

Приемник должен исключать из решения навигационной задачи любой спутник, обозначенный неработоспособным признаком состояния здоровья эфемерид (подкадр 1,слово 3, разряды 17-22 спутника GPS; строка 2, разряды 80-72, признак Bn для спутника ГЛОНАСС).

Приемник должен обеспечивать непрерывное сопровождение минимум четырех спутников и решение навигационной задачи на основе измерений по этим спутникам. Приемник GPS должен компенсировать динамическое доплеровское смещение в измерениях по коду С/А и фазе несущей номинального SPS сигнала и доплеровское смещение, которое является уникальным для предполагаемого применения.

Приемник ГЛОНАСС должен компенсировать влияние доплеровского смещения на измерение начальной фазы несущей радиосигнала ГЛОНАСС. Приемник GPS перед решением любой навигационной задачи удостоверяется в правильности применения времени и эфемерид, непрерывно отслеживает значения идентификатора набора параметров времени (IODC), идентификатора набора эфемерид (IODE), обновляет эфемериды, и параметры времени при обнаружении изменения значений одного или обоих этих параметров, использует временные параметры и эфемериды вместе с соответствующими им значениями IODC и IODE для данного спутника.

Приемник ГЛОНАСС должен удостоверяться в правильности применения эфемеридной и временной информации, поступающей со спутников ГЛОНАСС до решения навигационной задачи.

Обобщенная структурная схема АП



На рисунке изображена обобщенная структурная схема АП, в состав

которой входят антенна, СВЧ-усилитель и преобразователь радиосигналов,

аналого-цифровой процессор первичной обработки принимаемых сигналов

(с блоками поиска, слежения, навигационных измерений и выделения навига-

ционных сообщений), навигационный процессор, интерфейс или блок обмена

информацией, опорный генератор (ОГ) и синтезатор частот, источник питания, пульт управления и индикации, блок управления антенной.

Штриховыми линиями выделены блоки, наличие которых в составе АП не

является обязательном и определяется спецификой его применения. Так как может быть полностью автоматизирована и не нуждается в пульте управления, то наличие пульта управления и индикации относится к тем случаям, когда потребителем выходной информации является непосредственно оператор. Блок управления антенной используется в тех комплектациях АП, в которых антенна для удовлетворения высоким требованиям помехоустойчивости обладает пространственной селекцией и требует управления. Этот блок позволяет управлять диаграммой направленности антенны, формируя, например, провалы диаграммы в направлении на источники помех.

Рассмотрим основные задачи, решаемые функциональными блоками АП. Антенна улавливает электромагнитные колебания, излучаемые НИСЗ, и направляет их на вход СВЧ-усилителя и преобразователя. В зависимости от

структуры СРНС — спутниковая радионавигационная система, частотного диапазона, назначения АП и вида потребителя, на

котором она устанавливается, могут применяться антенны с различными диа-

граммами направленности – от слабонаправленной с неизменяемой (или изменяемой) конфигурацией направленности до узконаправленной с шириной лучей в единицы градусов и изменяемым в пространстве направлением.

Поскольку в СРНС ГЛОНАСС и GPS используются «энергетически

скрытые» сигналы, радиочастотные усилители АП должны обладать очень

высокой чувствительностью.

Как правило,

радиочастотный преобразователь АП имеет две-три ступени преобразования

частоты с усилением до 120...140 дБ, причем в большинстве типов АП независимо от числа ее каналов первый преобразователь частоты всегда один. Число преобразователей второй и третьей ступени зависит от числа каналов АП и ее конкретного схемотехнического решения.

Аналого-цифровой процессор первичной обработки решает задачи по-

иска фаз (т. е. задержек) манипулирующих псевдослучайных последовательностей (ПСП); слежения за задержкой ПСП, слежение за фазой и частотой принимаемых радиосигналов; выделения навигационных сообщений. Число каналов поиска, слежения и выделения сообщений равно числу каналов АП.

Научно-технические достижения в области создания микропроцессоров,

БИС памяти и сверхбольших интегральных микросхем на базовых матричных

кристаллах позволяют в настоящее время решать эти задачи, широко используя

цифровые методы обработки радиосигналов в специализированных цифровых процессорах, встраиваемых в АП. К задачам, решаемым навигационным процессором, относятся: выбор рабочего созвездия НИСЗ из числа видимых; расчет данных целеуказания по частоте и задержке манипулирующей ПСП; декодирование навигационных

сообщений, в том числе альманаха и эфемеридной информации; сглаживание

или фильтрация измеряемых навигационных параметров; решение навигационно-временной задачи с выдачей координат и параметров движения объекта;

фильтрация координат; комплексирование с данными автономных навигационных систем объекта; организация обмена информацией как внутри АП, так и с другими системами объекта; контроль работоспособности блоков и АП в целом.

Организацию последовательности вычислений и обмен информацией

между функциональными блоками АП выполняют управляющие программы-

диспетчеры, построенные с использованием иерархии сигналов прерываний,

вырабатываемых в АП. При разработке этих программ, как и всего математического обеспечения в целом, учитываются требования к точности и надежности навигационно-временных определений, а также возможности используемых вычислительных средств.

Для выбора рабочего созвездия НИСЗ и расчета априорных данных о

навигационных параметрах, вводимых в устройства поиска и слежения, необ-

ходимо располагать текущими или априорными значениями параметров дви-

жения объекта, текущим временем и данными о параметрах движения НИСЗ.

Последние представляют собой содержание альманаха. Данные альманаха извлекаются из репрограммируемой памяти навигационного процессора,

где они хранятся после первоначального ввода вручную оператором с пульта

управления и индикации. Другой путь ввода данных альманаха состоит в приеме альманаха первоначально от какого-либо первого НИСЗ, сигнал которого находится вслепую без целеуказания. В этом случае на поиск сигнала первого НИСЗ и на прием альманаха может потребоваться дополнительное время. Имеющийся в АП альманах обновляется автоматически при приеме сигналов при достижении им определенного «возраста», порядка нескольких дней .

Важными элементами АП являются опорный генератор и синтезатор

частот, к которым предъявляются достаточно высокие требования стабильно-

сти частоты (10–7 – долговременная и 10–10…10–1Б1 – кратковременная) и чистоты спектров синтезируемых сигналов.