

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»  
«ШАГ В БУДУЩЕЕ, МОСКВА»  
ИНФРОМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

**АВИАЦИОННАЯ ТЕЛЕМЕТРИЯ. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ  
ТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СУДНА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ  
ВЫСОТЫ ПОЛЕТА.**

**АВТОР: ЕМЕЛЬЯНОВА АНАСТАСИЯ АНДРЕЕВНА,  
ЦО ЦАО ШКОЛА №175 , КЛАСС 11**

**НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: ПАВЛОВ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ,  
ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОР,  
ЗАМ. ЗАВ. КАФЕДРЫ ИУ**

## Оглавление

- ◎ Введение
- ◎ Измерение высоты
- ◎ Барометрический высотомер
- ◎ Радиотехнический высотомер
- ◎ Выбор датчика определения высоты
- ◎ Принципиальная схема работы высотомера
- ◎ Процесс перехода от аналогового сигнала к цифровому
- ◎ Помехи
- ◎ Погрешности измерения
- ◎ Режимы эксплуатации высотомера
- ◎ Структурная схема интеграции модуля определения высоты
- ◎ Схема пакета данных
- ◎ Выводы

# Введение

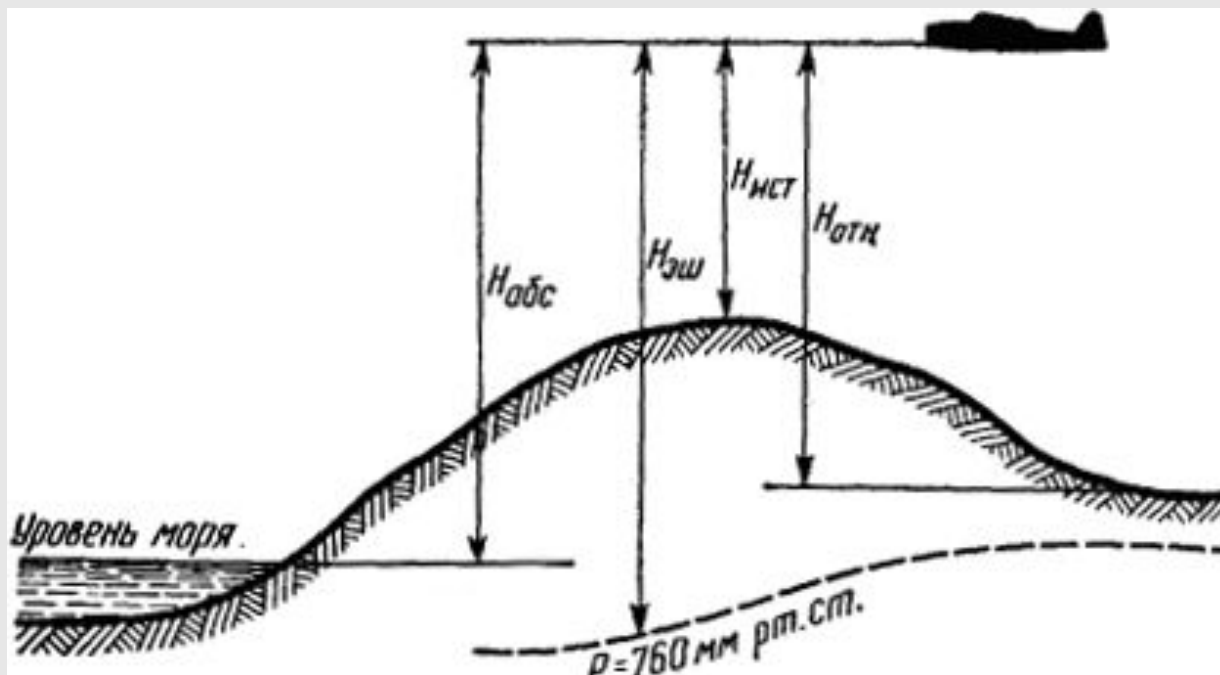
Авиационная телеметрия – совокупность технологий, позволяющая производить удалённые измерения и сбор информации для предоставления оператору или пользователю, составная часть телемеханики.

Определение точного позиционирования воздушного судна в пространстве, относительно других объектов является чрезвычайно важной и ответственной задачей, связанной с обеспечением безопасности полётов и пассажиров.



# Измерение высоты

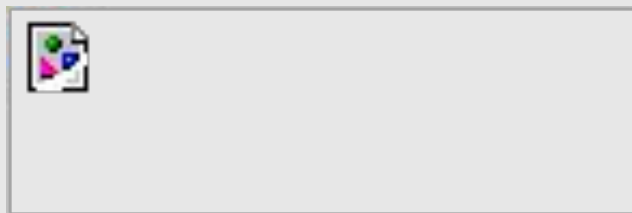
Высотой полета называется расстояние до самолета, отсчитанное по вертикали от некоторого уровня, принятого за начало отсчета.



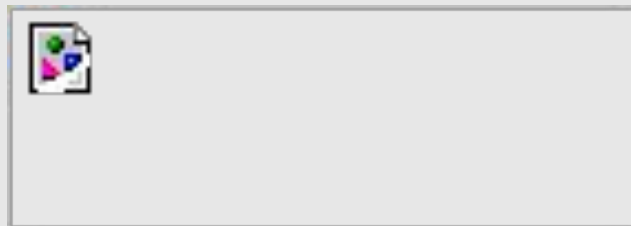
Для измерения высоты используют альтиметры или высотомеры. По принципу устройства высотомеры делятся на барометрические и радиотехнические.

# Барометрический высотомер

Барометрический метод основан на изменении атмосферного давления с высотой. Зависимость давления воздуха от высоты:



Из уравнения высота равна:



# Радиотехнический высотомер

Принцип действия радиотехнического радиовысотомера основан на определении времени прохождения радиосигнала от передающей антенны до отражающей поверхности и обратно, к приемной антенне.



Высота и время задержки сигнала связаны формулой:

$$h = t \cdot c / 2$$

# Выбор датчика определения высоты

## Барометрический высотомер

- ⊙ К недостаткам можно отнести неверное измерение давления на борту, большая погрешность до 10 м, измерение относительной высоты, а не абсолютной и сложность работы с высотомером.
- ⊙ К плюсам – это экономность ресурсов для определения высоты вне зависимости от рельефа

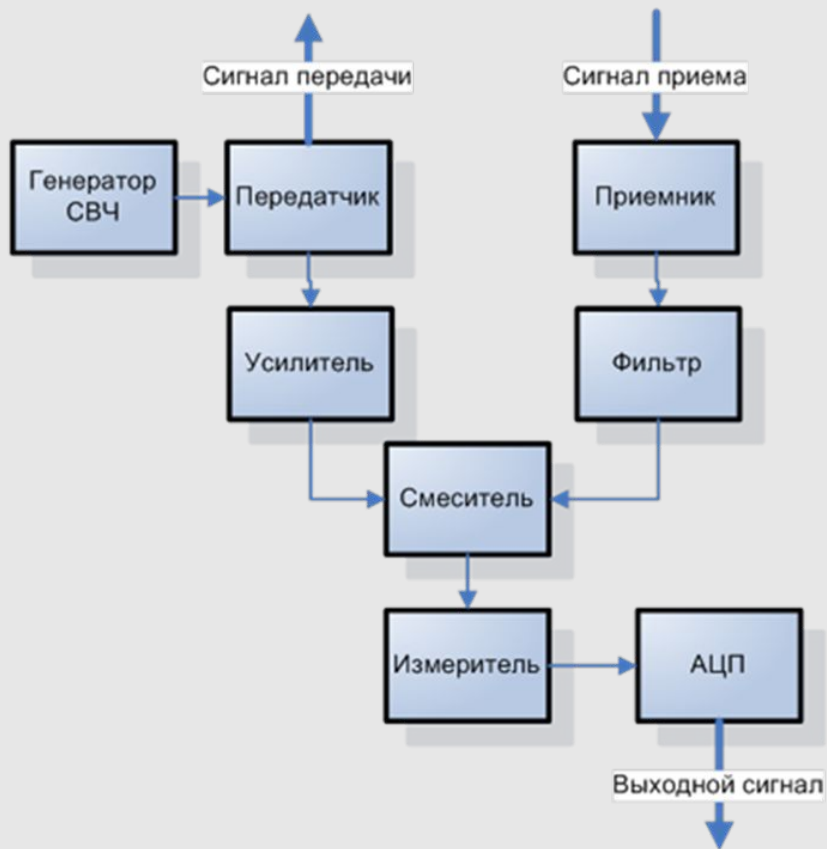
## Радиотехнический высотомер

- ⊙ К недостаткам прибора можно отнести выраженную направленность измерений, требуется мощный источник излучения.
- ⊙ Положительным свойством радиотехнических средств является высокая точность определения навигационных параметров и возможность их измерения в любых погодных условиях.

Анализируя выдвигаемые к датчику требования, а также на основе сравнения возможных принципов определения высоты, в данной работе следует выбрать радиотехнический высотомер.

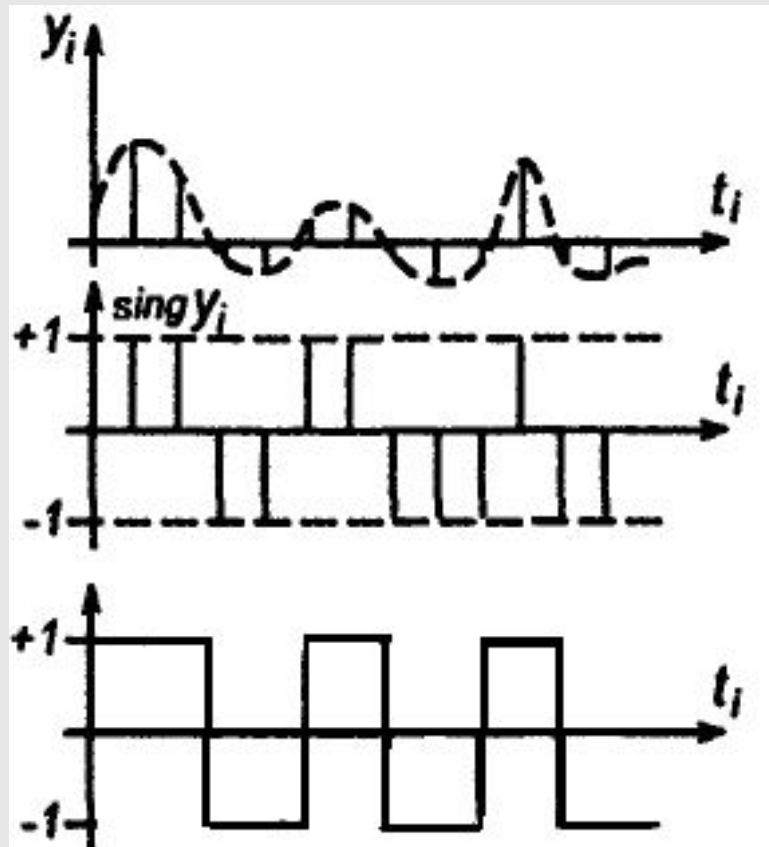
# Принципиальная схема работы высотомера

Высотомер состоит из блоков:





# Процесс перехода от аналогового сигнала к цифровому



Преобразование синусоидального сигнала от генератора и приемника в двоичное представление.

# Помехи

По характеру возникновения электромагнитные помехи разделяются на:

- ⊙ Пассивные помехи создаются отражениями радиолокационных сигналов от объектов, находящихся в зоне обзора антенны прибора.
- ⊙ Активные помехи представляют собой электромагнитные колебания, которые создаются каким-либо источником в диапазоне частот прибора.

В зависимости от причины возникновения на:

- ⊙ Естественные (неорганизованные)
  - ❑ Пассивные помехи - это отражения от земной и морской поверхностей; местных предметов
  - ❑ Активные помехи - это воздействия на антенны и приемники электромагнитных сигналов других радиосистем, работающих в том же диапазоне радиоволн.
- ⊙ Умышленные (организованные).

Кроме того существуют и комбинированные помехи.

# Погрешности измерения

Существует несколько групп погрешностей:

- ⊙ Методические. Связанные со случайным характером принятого сигнала, изменением рассеивающих свойств земной поверхности в процессе полета
- ⊙ Динамические. Возникают из-за маневров самолета: измерение высоты сильнопересеченного рельефа
- ⊙ Инструментальные. Связанные с прохождением сигналов через блоки модуля, а также ошибки из-за схемных конструктивных и технологических решений конкретных блоков радиовысотомера.

# Режимы эксплуатации высотомера

Высотомер должен работать в одном из следующих режимов работы:

- ◎ «Работа». Этот режим является основным рабочим режимом. В нем радиовысотомер производит измерение высоты полета до земли  $H_{рв}$ ,  $H_{пр1}$ ,  $H_{пр2}$  под углами 90, 45 градусов. Основной показатель высоты и резервные для определения дальнейшего изменения высоты, а также мониторинг препятствий на земле.
- ◎ «Память». В случае, когда от высотомера приходят данные, отличающихся от предыдущих больше допустимого или несоответствующих полетным картам, высотомер переходит в режим «Память». В режиме «Память» потребителям выдается признак «Данные не готовы».
- ◎ «Радиомолчание». В этом режиме отключается передатчик радиовысотомера и измерение высоты не производится.
- ◎ «Контроль». В высотомере должно быть предусмотрены контрольные команды, призванные определить работоспособность модуля.

# Структурная схема интеграции модуля определения высоты

Структурная схема взаимодействия радиовысотомера в составе комплекса бортового оборудования (КБО)



## Схема пакета данных

0...7	8...10	11..24	25	26	27	28	29	30	31
Адрес	Нрв до метра	Параметры Нрв (старшие разряды)							

### Значения разрядов для передаваемых пакетов данных

1...8 - Зарезервированы под адрес, размещения данных.

9...24 - При этом первые 3 бита – означают высоту до метра. Остальные от метра до 4 км.

25 бит - Не используется

26 бит - Режим «Память». Данные сомнительны

27 бит - Отказ устройства

28 бит - Устройство исправно. Данные передаются

29 бит - Устройство исправно. Данных не готовы

30 бит - Бит, устанавливающий режим «Радиомолчания»

31 бит - Бит, устанавливающий режим «Контроль»

32 бит - Является битом четности для проверки корректности передачи информации по шине.

# Выводы

В данной работе были рассмотрены основные способы измерения высоты: барометрический и радиотехнический.

В качестве основного прибора измерения высоты, используемого при посадке воздушного судна, был выбран радиовысотомер.