

# ВЫСОТОМЕРЫ

## Механические высотомеры

В настоящее время промышленностью разработаны и поступают в эксплуатацию следующие более точные механические высотомеры:

- вместо высотомеров ВД-10 для эксплуатации на вертолетах и самолетах с небольшим потолком полетов – высотомер ВБМ-1 с диапазоном измерения 0...10 000 м;
- вместо высотомеров ВД-20, ВМ-15 и ВМФ-50 для эксплуатации на самолетах ТА и дальнемагистральных – высотомеры ВБМ-2 и ВБМ-2Ф с диапазоном измерения 0...20 000 м.

Вместо резервного высотомера УВБС будет устанавливаться высотомер ВБМ-Р. Внешний вид семейства баровысотомеров типа ВБМ-Р представлен на рис. 2.20.

У перечисленных выше высотомеров точность показаний по всему диапазону измерения в 2-3 раза выше, чем у высотомеров, на смену которых они разработаны. Этого удалось достичь за счет повышенной точности механической обработки деталей приборов и их сборки, применения стабилизированных барометрических ЧЭ и вибраторов, существенно снижающих погрешности от трения.

Новые высотомеры имеют встроенный подсвет шкалы и широкодиапазонные счетчики барометрического давления, обеспечивающие посадку на аэродромах, расположенных на высоте до 3 000 м над уровнем моря.

Шкала счетчика давления проградуирована в гПа.

Для замены электромеханических высотомеров типа УВИД-30-15 на самолетах ТА и дальне магистральных разработан более точный и компактный

электромеханический высотомер ВБ-1 с автоматической компенсацией

аэродинамических погрешностей восприятия статического давления.



Рис. 2.20. Внешний вид семейства баровысотомеров типа ВБМ-Р

В последние годы ряд отечественных разработчиков приборного оборудования заявили о выпуске высотомеров нового поколения. Так ОАО «Аэроприбор-Восход» наладило выпуск электронных барометрических высотомеров ВБЭ-СВЦ-М и ВБЭ-ЦМ.

Данные высотомеры разработаны для переоснащения самолетов отечественного производства, в первую очередь, выполняющих международные полеты, в связи с введением авиационными властями стран Европы новых, более жестких, стандартов по вертикальному эшелонированию воздушных судов RVSM.

Электронный барометрический высотомер совмещает в себе функции измерителя высоты и системы сигнализации высоты эшелонирования. Он обеспечивают измерение и индикацию:

- текущего значения относительной барометрической высоты  $H_{отн}$ ;
- величины атмосферного давления у земли  $P_з$ ;
- заданной высоты эшелона;
- сигнала предупреждения о полете на  $H_{отн}$  менее 1 000 м,
- сигнала об отклонении от высоты эшелона на 60...150 м (мигающая рамка);
- сигнала об отклонении от высоты эшелона более чем на 150 м (свечящаяся рамка).

Информация электронного барометрического высотомера выдается на жидкокристаллические экраны, имитирующие лицевую панель механического высотомера старого образца, что облегчает привыкание летчиков к новым приборам. По желанию пилота, они обеспечивают информацию в метрах и футах, визуальную и звуковую сигнализацию при отклонении от заданной высоты, автоматизированный контроль за исправностью работы и т. д.

Внешний вид электронного барометрического высотомера типа ВБЭ-ЦМ представлен на рис. 2.21.



При выполнении предварительной (если это предусмотрено руководством по технической эксплуатации конкретного ВС) и предполетной подготовкой необходимо проводить проверку высотомеров в следующей последовательности:

- установить стрелки высотомера на нуль шкалы (поворотом кремальеры);
- проверить соответствие показаний барометрической шкалы (счетчика) высотомера давлению дня, приведенному к уровню его установки. Отклонения в показаниях шкалы давления не должны превышать допуска, установленного для данного типа высотомера (допуски для ряда высотомеров приведены в таблице 2 приложения);
- проверить целостность контровки гайки кремальеры у механических высотомеров красной краской.

Аналогичную проверку высотомеров необходимо проводить при выполнении периодического осмотра ВС, а также непосредственно перед взлетом. При превышении установленного допуска в показаниях шкалы барометрического давления высотомер необходимо заменить.

## Электромеханические высотомеры

Среди инструментальных погрешностей барометрических высотомеров наиболее существенными являются температурные инструментальные погрешности и погрешности трения. Первые из них сводятся до допустимых величин использованием биметаллических компенсаторов. Что касается трения, то его конструктивными путями полностью устранить невозможно т. к. мембрана анероида в механических высотомерах совмещает функции, как датчика, так и исполнительного механизма привода стрелки. На преодоление трения передаточно-множительного механизма затрачивается определенная доля изменения давления. Потере этого изменения давления и соответствует погрешность трения. Эта погрешность пропорциональна вертикальной барической ступени, т. е. высоте, на которую нужно подняться (опуститься), чтобы давление изменилось на единицу. Барическая ступень возрастает с увеличением высоты, а значит, возрастает и погрешность трения.

У земной поверхности барическая ступень в среднем равна 11 м/мм рт. ст., на высотах 5 км – 17,2; 9 км – 27,1; 12 км – 39,7; 16 км – 74,8; 20 км – 140,8 м/мм рт. ст.

В электромеханических высотомерах ЧЭ (анероид) разгружается введением индукционной следящей системы, в результате мембрана анероида освобождается от функций исполнительного механизма привода стрелки прибора. Погрешность от трения в передаточном механизме в итоге значительно снижается. Одновременно может быть существенно расширен диапазон измерения (до 30 км), т. к. нет такого влияния изменения барической ступени.

На ВС устанавливаются электромеханические высотомеры серий ВЭМ,

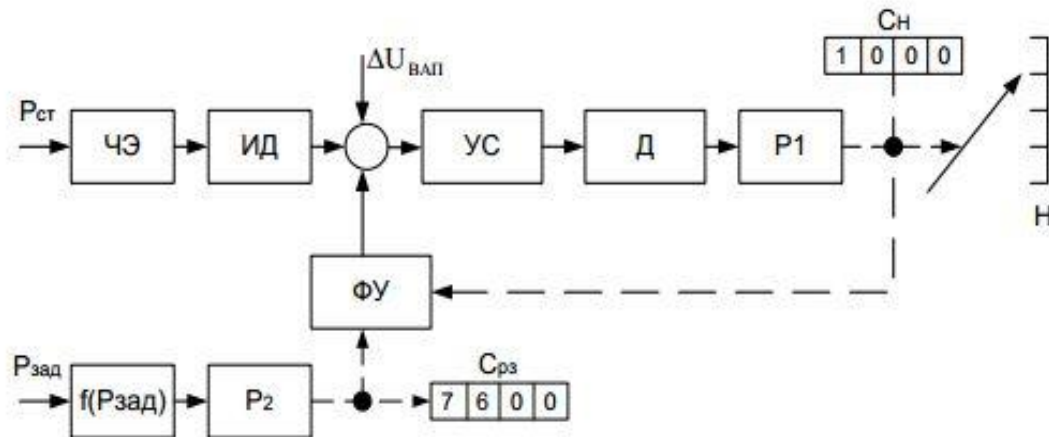
УВИ и УВИД. Типичным представителем электромеханических высотомеров является прибор типа УВИД-30-15, предназначенный для измерения относительной барометрической высоты полета самолета в диапазоне от 0 до 15 км при изменении давления на уровне земли от 590 до 806,2 мм рт. ст.

Высотомер выдает следующую информацию:

- высоту полета на указатель для визуального наблюдения экипажем самолета;
- электрический сигнал в виде относительного сопротивления, который пропорционален высоте полета, для передачи на землю через самолетный ответчик для управления воздушным движением;
- сигнал о правильной установке давления на уровне земли, равного 760 мм рт. ст.;
- сигнал о включении и выключении электрического питания постоянного и переменного тока.

Комплект высотомера состоит из указателя и блока усилителя. Работу высотомера рассмотрим с помощью структурной схемы, представленной на рис. 2.19.





**Рис. 2.19. Структурная схема электромеханического прибора**

Статическое давление воспринимается ЧЭ – блоком aneroidных коробок. Перемещение подвижного центра блока aneroidных коробок преобразуется в электрический сигнал с помощью индуктивного датчика ИД. Усиленное усилителем УС напряжение разбаланса воздействует на двигатель Д, который через редуктор Р1 и функциональное устройство ФУ (профилированный кулачок) приводит сердечник ИД в такое положение, при котором сигнал разбаланса с выхода ИД становится равным нулю. Одновременно с приведением следящей системы в состояние равновесия двигатель Д через редуктор приводит в движение счетчик высоты Сн и стрелку. Один оборот стрелки соответствует изменению высоты на 1000 м, а оцифровка циферблата позволяет осуществить отсчет высоты с точностью до 5 м. По счетчику высоты Сн производится дискретный отсчет значений высоты через 10 м.

# Эшелонирование полетов

Непрерывное развитие и совершенствование авиационной техники приводят к постоянному возрастанию интенсивности движения по трассам в воздушном пространстве. В целях упорядочения воздушного движения используется система вертикального эшелонирования.

Вертикальное эшелонирование – это рассредоточение ВС по высоте полета на установленные интервалы.

В основу системы вертикального эшелонирования положен барометрический метод. Он заключается в строгом выдерживании каждым самолетом заданной абсолютной барометрической высоты полета, т. е. полета по поверхности с равными значениями давления в атмосфере (изобарической поверхности).

Главным критерием системы вертикального эшелонирования является ее соответствие допустимой вероятности  $2 \cdot 10^{-6}$  критического сближения ВС (когда может произойти столкновение) при встречах за 1 час полета (норматив ICAO). Эта вероятность зависит от точностных характеристик и надежности тракта ПВД, стабилизации высоты и в большой степени от точности выдерживания высоты экипажами самолетов.

Классической системой вертикального эшелонирования, принятой в ИКАО, является система полукругового эшелонирования. Она предусматривает выполнение полетов на различных эшелонах в зависимости от магнитного курса и правил попутного ППП (IFR) и встречного ПВП (VFR) полетов.

Особенности системы вертикального эшелонирования ИКАО:

1. Отсчет путевого угла происходит от северного направления магнитного меридиана.
2. Высота дается в номерах эшелона FL в сотнях футов.
3. Вертикальный интервал между встречными эшелонами - 1000 футов до FL 290 и 2000 футов - выше FL 290.

При полетах по ППП применяются следующие минимальные интервалы вертикального эшелонирования:

- на эшелонах полета ниже FL290 (8850 м) - 300 м (1000 футов);
- между эшелонами полета FL290 (8850 м) и FL410 (12500 м):
  - а) 300 м (1000 футов) - между ВС, допущенными к полетам с RVSM (сокращенные минимумы вертикального эшелонирования);
  - б) 600 м (2000 футов):
    - между государственными ВС, не допущенными к полетам с RVSM, и другим ВС, выполняющим полет в ПВП RVSM;
    - между всеми государственными ВС, выполняющими полет в составе группы в ПВП RVSM, и другим ВС;
    - между ВС, выполняющим полет с отказавшей радиосвязью, и любым другим ВС, когда оба ВС выполняют полет в ПВП RVSM;
- на эшелонах полета выше FL410 (12500 м) - 600 м (2000 футов).

Правила ИКАО определяют систему выдерживания высот полета и метод установки барометрических шкал высотомеров, основные принципы которых заключаются в следующем:

1. При полете по маршруту барометрическая шкала высотомера устанавливается на давление 1013,2 гПа (QNE) и положение воздушного судна (ВС) в вертикальной плоскости определяется эшелонами полета.

2. В районе аэродрома ниже эшелона перехода барометрическая шкала высотомера устанавливается на давление аэродрома (порога ВПП), приведенное к среднему уровню моря (QNH), положение ВС в вертикальной плоскости определяется абсолютной высотой полета.

3. Изменение системы отсчета от эшелонов к абсолютной высоте и наоборот происходит на высоте перехода (ТА) при наборе высоты и на эшелоне перехода (ТЛ) при снижении.

4. Сохранение безопасной высоты пролета над препятствиями на всех этапах полета может осуществляться (в зависимости от радио- и навигационного оборудования ВС) одним из следующих способов:

- использованием текущих сообщений соответствующего органа диспетчерской или информационной службы о давлении, приведенном к среднему уровню моря (QNH) □
- использованием текущих сообщений совместно с другой метеорологической информацией (например прогнозом о самом низком давлении, приведенном к среднему уровню моря для определенного маршрута или отдельных его участков) □
- использованием величин наименьших абсолютных высот эшелонов, полученных из климатологических данных (например, из карт барической топографии), при отсутствии текущей информации.

5. При заходе на посадку сохранение минимальной безопасной высоты пролета над препятствиями осуществляется по высотомеру, барометрическая шкала которого установлена на давление аэродрома (порога ВПП), приведенное к среднему уровню моря (QNH). По желанию экипажа может быть рассчитано и установлено на барометрической шкале высотомера давление аэродрома (порога ВПП) (QFE).

Метод допускает отклонения, связанные с местными условиями или национальными правилами полетов, но без отступления от основных принципов ИКАО.

Высоты и уровни отсчета (см. рисунок) в аэронавигационных документах обозначаются следующими терминами:

**TRUE HEIGHT** - истинная высота полета над рельефом местности. Чаще используется просто термин **HEIGHT**, поэтому, если в тексте, сокращении или обозначении использовано слово **HEIGHT**, следует понимать, что речь идет об истинной высоте.

**ALTITUDE** - барометрическая высота полета. Следует учитывать, что термин **ALTITUDE**, как правило, означает абсолютную высоту полета и характеризует приборную, а не геометрическую высоту полета (**ALT**).

**LEVEL** - уровень. Этот термин может характеризовать уровень отсчета высоты полета.

**FLIGHT LEVEL** - уровень полета. Этот термин означает эшелон полета.

**ELEVATION** - превышение. Чаще всего этим термином обозначают превышение наивысшей точки аэродрома или используемого порога ВПП над средним уровнем моря.

С этой терминологией связаны следующие сокращения и обозначения.

## Общие сокращения и термины

**QNE** - стандартное давление на уровне моря (1013,2гПа = 760 мм рт. ст. = 29,92 дюйма)

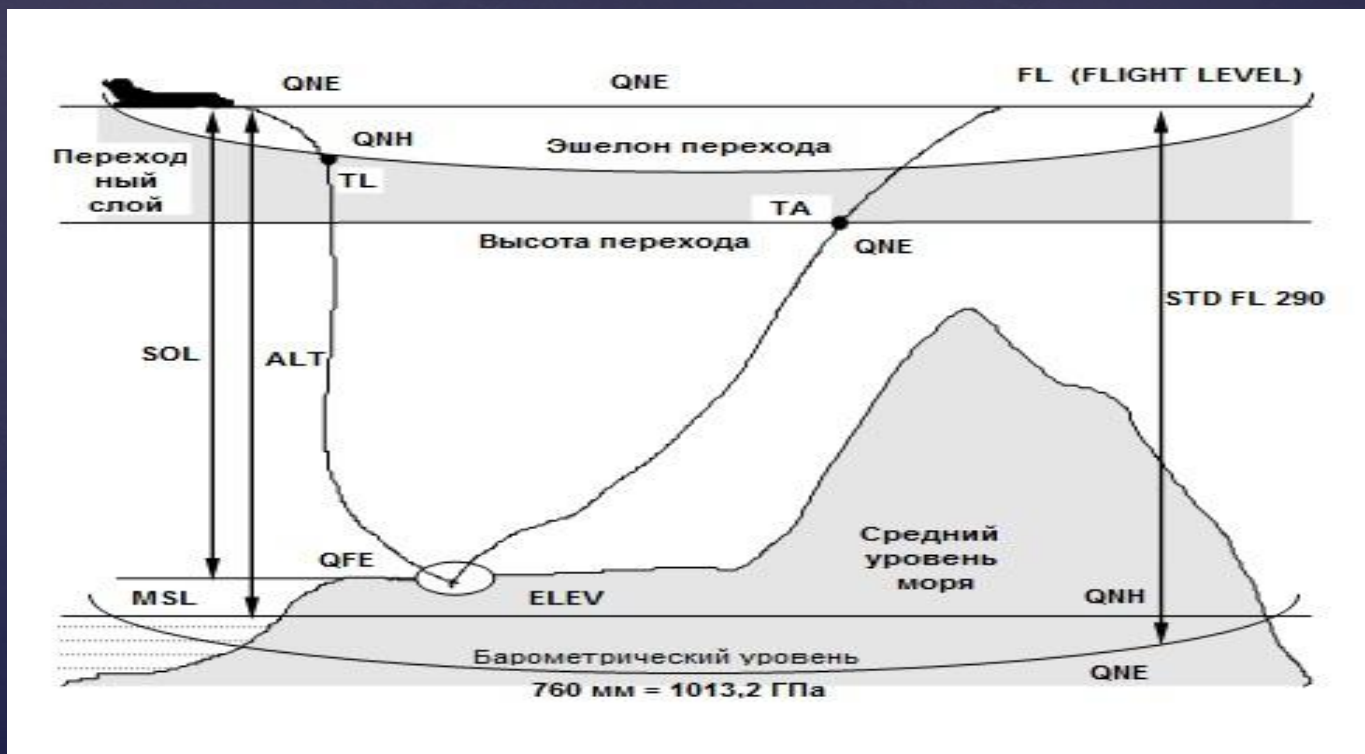
**STD** - показания барометрического высотомера, установленного по QNE без учета температурной поправки.

**QNH** - давление в данной точке, приведенное к среднему уровню моря.

**ALT** - показания барометрического высотомера, установленного по QNH без учета температурной поправки.

**QFE** - давление аэродрома на уровне порога приземления.

**SOL** - показания барометрического высотомера, установленного по QFE без учета температурной поправки



<b>SL</b>	Sea Level	уровень моря.
<b>ASL</b>	Above Sea Level	над уровнем моря.
<b>MSL</b>	Mean Sea Level	средний уровень моря.
<b>AMSL</b>	Above Mean Sea Level	над средним уровнем моря.
<b>MER</b>	Height Above Mean Sea Level	истинная относительная высота над средним уровнем моря.
<b>GND</b>	Ground	уровень земли (воды).
<b>AGL</b>	Above Ground Level	над уровнем земной поверхности.
<b>TDZ</b>	Touchdown Zone	зона приземления.
<b>ARP</b>	Airport Reference Point	контрольная точка аэродрома (КТА).
<b>AAL</b>	Above Airdrome Level	над уровнем аэродрома.
<b>AFL</b>	Above Field Level	над уровнем аэродрома.
<b>HAT</b>	Height Above Touchdown	истинная высота над зоной приземления.
<b>HAA</b>	Height Above Airport	высота над уровнем аэродрома.

# Характерные высоты и уровни полета в районе аэродрома

<b>TA</b>	Transition Altitude	высота перехода, абсолютная высота полета, над которой и ниже которой вертикальное положение ВС определяется по QNH.
<b>TH</b>	Transition Height	высота перехода, относительная высота полета, на которой и ниже которой вертикальное положение ВС определяется по QFE.
<b>TL</b>	Transition Level	эшелон перехода, самый нижний эшелон полета, который может быть использован над высотой перехода, определяется по QNE.
<b>TL</b>	Transition Layer	переходный слой - воздушное пространство между высотой и эшелоном перехода, используемое для набора и снижения, а также изменения уровня отсчета высоты полета. Экипажи снижающихся ВС используют в переходном слое QNH (QFE), а экипажи ВС, набирающих высоту, используют в переходном слое QNE (760 мм рт. ст. = 1013,2 гПа = 29,92 дюйма).

Эшелон перехода - величина переменная, которая зависит от от давления на аэродроме, и сообщается диспетчером или передается в информации ATIS, о чем сообщается в заголовке схемы захода на посадку аэропорта.

На некоторых аэродромах, где годовые колебания давления незначительны, эшелон перехода постоянен и указывается в заголовке схемы аэропорта, а некоторые государства могут устанавливать на своей территории единый эшелон перехода на год, о чем сообщается в документах аэронавигационной информации.



# ВЫСОТОМЕ БАРОМЕТРИЧЕСКИ ЭЛЕКТРОННЫ ВБЭ-2

Общи сведения:

Высотомер ВБЭ-2 предназначен для:

- измерения и индикации барометрической (относительной или абсолютной высоты);
- ввода и индикации абсолютной высоты заданного эшелона полета;
- обеспечения визуальной и звуковой сигнализации об отклонении самолета от заданной высоты эшелона;
- выдачи информации о текущей барометрической высоте в другие самолетные системы через блок связи;

В высотомер обеспечивается автоматическая компенсация аэродинамических поправок по высоте в зависимости о скорости полета.

Высотомер обеспечивает измерения и индикацию высоты в метрах и футах и диапазоне от минус 550 до 15000 м от минус 1650 д 50000 фт).

Диапазон выставки и индикации высоты эшелона от 300 до 12100 м (от 1000 до 41000 фт).

Диапазон ввода атмосферного давления составляет 700-1080 гПа (525-806 мм рт. ст).

Высотомеры размещены на приборных досках пилотов взамен указателей высоты УВ-75-15 систем СВС. Указатели УВ-75-15 левого и правого пилотов устанавливаются у штурмана и радиста соответственно.

Высотомер ВБЭ командира корабля подключен к третьей линии статического давления и к верхнему левому ППД, высотомер второго пилота подключен ко второй линии статического давления и к правому ППД.

На самолетах установлено два комплект высотомеров ВБЭ-2А. В комплект каждого высотомера входит высотомер ВБЭ-2А и блок связи с бортовым оборудование БСКА

## Высотомер обеспечивает:

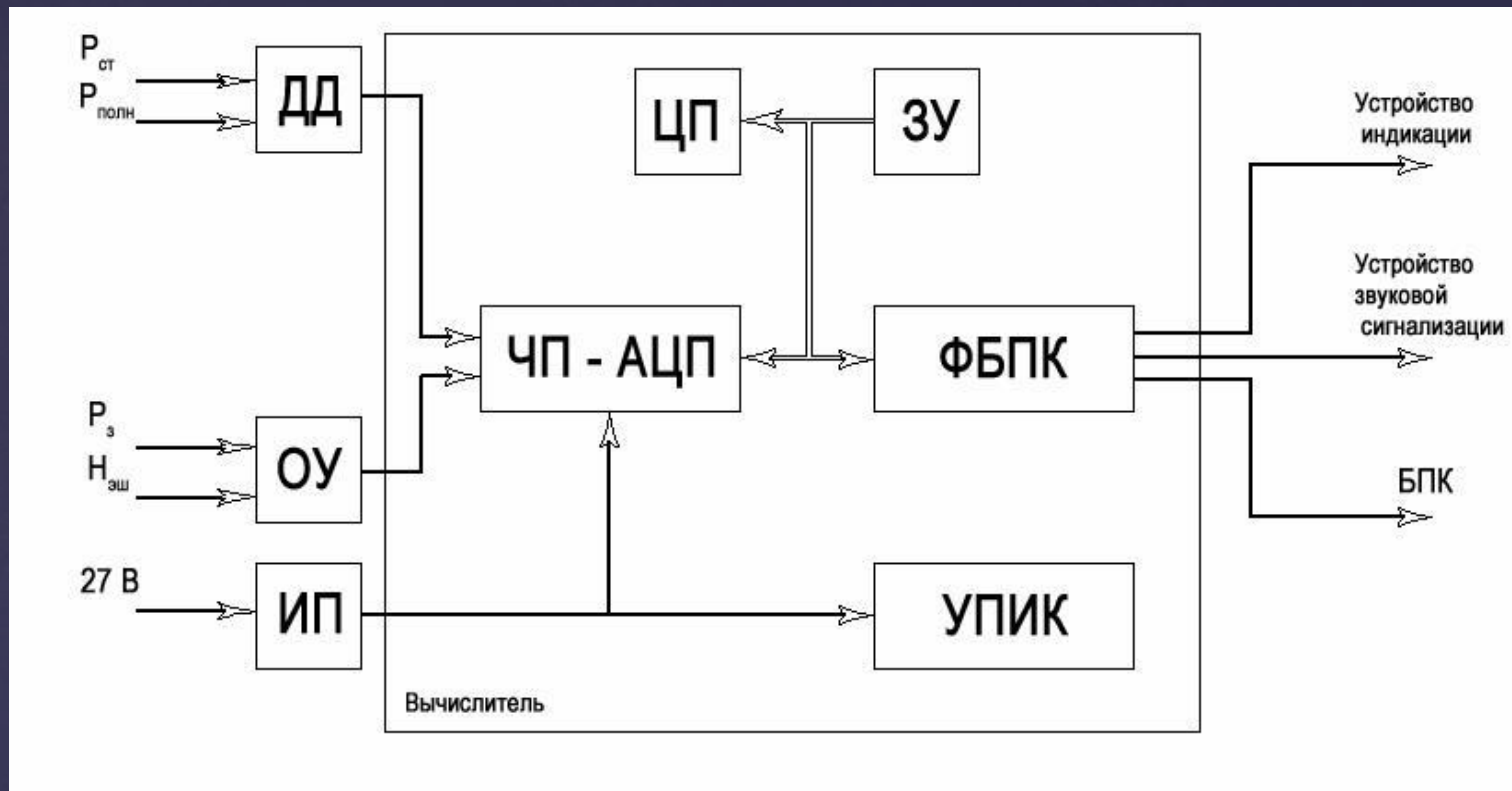
- измерение и индикацию в метрах и футах относительной барометрической высоты  $H_{\text{отн}}$ ;
- ручную установку и индикацию атмосферного давления у земли,
- ручную установку, индикацию в метрах и футах, выдачу электрического сигнала заданной высоты эшелона  $H_{\text{э}}$ ;
- выдачу электрических сигналов о текущих значениях абсолютной барометрической высоты  $H_{\text{абс}}$  и относительной барометрической высоты  $H_{\text{отн}}$ , откорректированных с учетом аэродинамических поправок по высоте и скорости для типа самолета, на котором он устанавливается;
- сигнализацию о выставке атмосферного давления 1013,25 Па в систему регистрации полета;
- сигнализацию о полете на высоте менее 1000 м;
- сигнализацию при нахождении в диапазоне отклонения от заданной высоты эшелона 60-150 м;
- сигнализацию и выдачу электрического сигнала в систему регистрации параметров при отклонении от заданной высоты эшелона более чем на 150 м;
- возможность подавления визуальной сигнализации при отклонениях более чем на 150 м от заданной высоты эшелона;
- выдачу электрического сигнала для звуковой сигнализации при входе самолета в зону, ограниченную отклонением 150 м от заданной высоты эшелона, и при выходе самолета из зоны, ограниченной отношением 60 м от заданной высоты эшелона;
- выдачу электрического сигнала об исправности высотомера при наличии электропитания;
- проведение тест-контроля, как по электрическому сигналу извне, так и по сигналу с высотомера.

Принцип действия высотомера, структурная схема которого приведена на рис.1, основан на использовании зависимости изменения атмосферного давления, от изменения высоты. Зная данную зависимость, и измерив давление, можно определить высоту, на которой производилось измерение атмосферного давления.

Для ввода, аэродинамических поправок по скорости на различных высотах для типа самолета дополнительно производится измерение полного давления.

Измерение статического и полного давлений производятся датчиками давления ДД, сигналы с которых поступают на вычислитель В. На вычислитель также поступают управляющие сигналы с органов управления ОУ, связанных с кремальерами  $P_3$  и  $H_3$ .

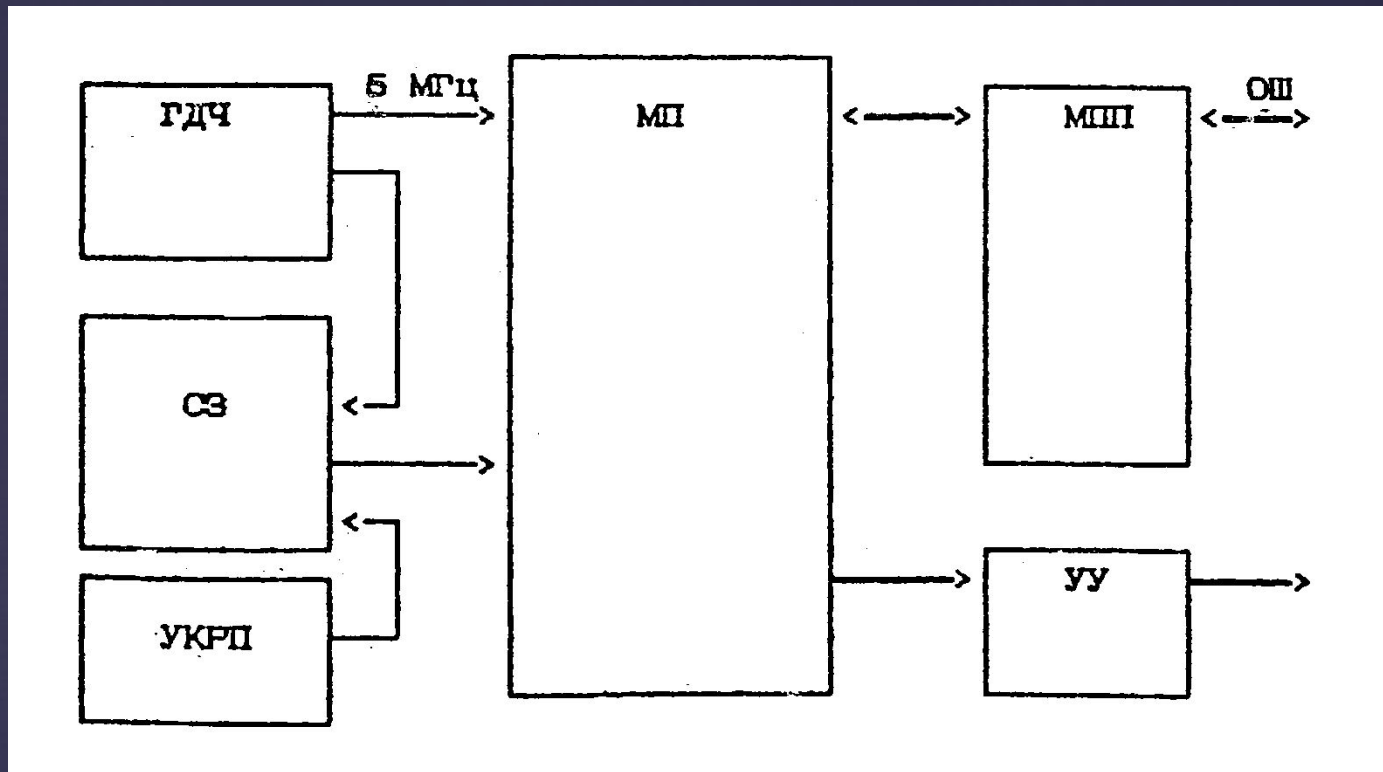
Выходными сигналами вычислителя являются кодовые сигналы на устройство индикации УИ высотомера, электрические сигналы на устройство звуковой сигнализации УЗС и биполярный код о высоте БПК на взаимодействующие самолеты системы. Устройство индикации УИ служит для преобразования кодовой информации с вычислителя в визуальную информацию. Устройство звуковой сигнализации УЗС служит для преобразования кодовой информации в электрический сигнал на переговорное устройство самолета ЗС.



**Рис.1. Структурная схема высотомера типа ВБЭ-2**

**В состав вычислителя В входят следующие устройства:**

- а) центральный процессор ЦП;
- б) запоминающее устройство ЗУ;
- в) частотный и аналого-цифровой преобразователи ЧП-АЦП;
- г) формирователь биполярного кода ФБПК;
- д) источник питания ИП;
- е) устройство контроля источника питания УКИП.



**Рис.2. Функциональная схема центрального процессора**

Центральный процессор предназначен для управления работой всех устройств высотомера и для обработки, входной информации, полученной от датчиков давления ДД и органов управления ОУ. Функциональная схема центрального процессора приведена на рис.2.

## **В состав ЦП входят следующие устройства:**

- микропроцессор МП;
- магистральный приемопередатчик МПП;
- устройство контроля работы процессора УКРП;
- генератор с делителем частоты ГДЧ;
- схема запуска СЗ;
- устройство управления УУ;
- общая шина ОШ;
- шина управления ШУ.

В качестве процессора используется микропроцессор H1806BM2. Тактовая частота процессора 5 МГц.

Устройство контроля работы процессора служит для контроля функционирования процессора и в случае выявления отказа формирует сигнал для устройства запуска процессора.

Схема запуска процессора служит для запуска процессора после включения электропитания и при выявлении отказа устройством контроля работы процессора. Запуск процессора осуществляется через входы ACLO и DCLO.

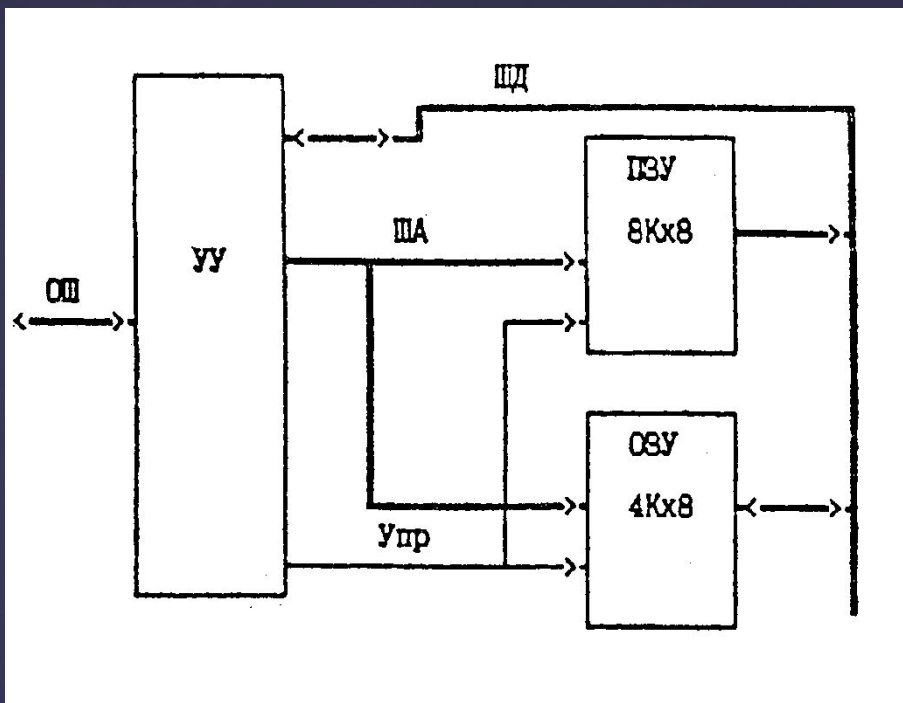


Рис.3. Функциональная схема запоминающего устройства ЗУ

### Запоминающее устройство ЗУ

ЗУ предназначено для хранения программы процессора и констант, а также и для хранения текущих результатов вычислений.

Функциональная схема ЗУ приведена на рис.3.

ЗУ состоит из:

- оперативного запоминающего устройства ОЗУ;
- постоянного запоминающего устройства ПЗУ;
- устройства управления УУ;
- шины данных ШД;
- шины адреса ША.

ОЗУ служит для хранения результатов вычислений. ПЗУ служит для хранения программ и констант.



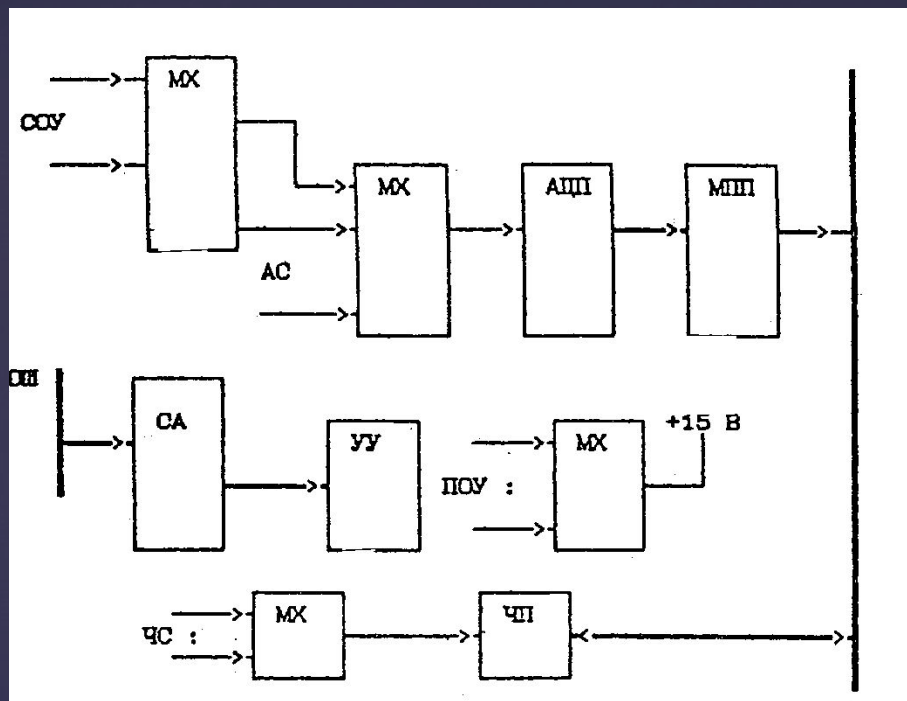
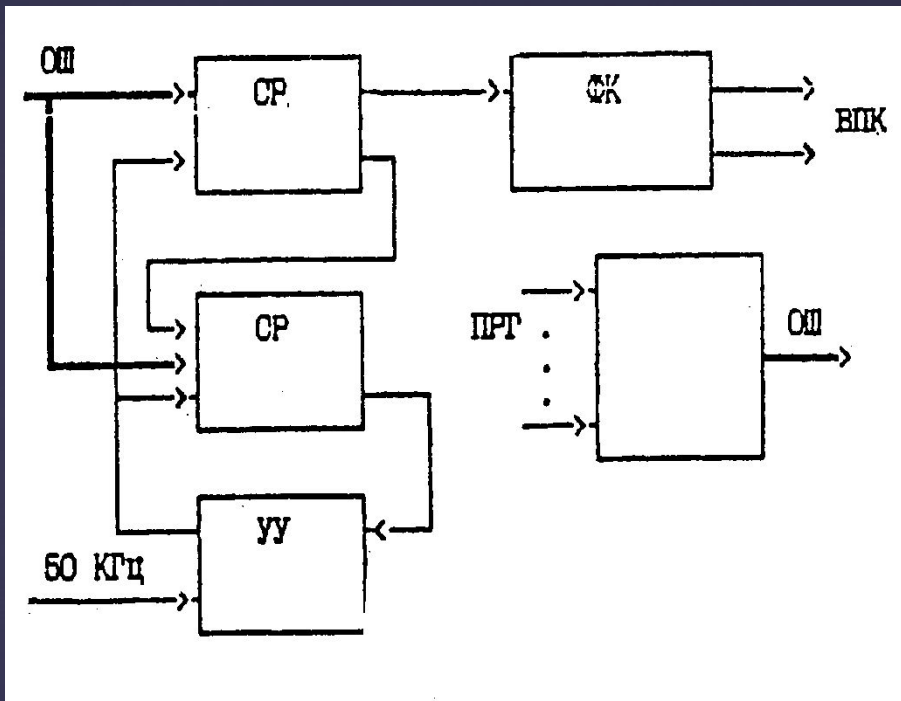


Рис.4. Функциональная схема частотного и аналого-цифрового преобразователя ЧП-АЦП

В состав ЧП-АЦП входят:

- селектор адреса СА;
- частотный преобразователь ЧП;
- аналого-цифровой преобразователь АЦП;
- устройство управления УУ;
- магистральный приемник-передатчик МПП;
- мультиплексор МХ;
- аналоговые сигналы АС с датчиков давления;
- сигналы органов управления СОУ;
- питание органов управления ПОУ;
- частотные сигналы ЧС;
- общая шина ОШ.

Частотный и аналого-цифровой преобразователь ЧП-АЦП ЧП-АЦП предназначены для преобразования входных аналоговых сигналов в цифровой вид и управляющих сигналов с органов управления. Функциональная схема ЧП-АЦП приведена на рис.4.



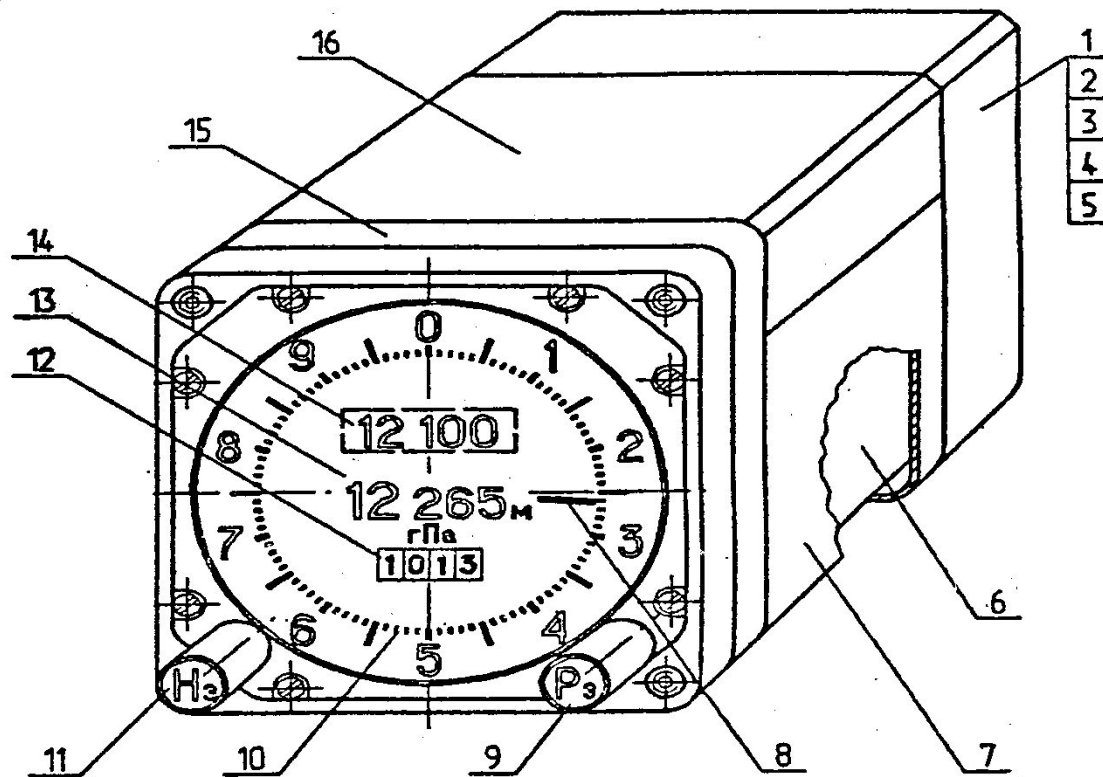
- В состав ФБПК входят следующие устройства:
- сдвиговый регистр СР;
  - формирователь выходного кода ФК;
  - устройство чтения кода высотомера КЧ;
  - устройство управления УУ;
  - код высотомера ПРГ.

**Рис.5. Функциональная схема формирователя биполярного кода**

### **Формирователь биполярного кода ФБПК.**

Формирователь БПК служит для выдачи кодовой информации в самолетные системы на устройство индикации УИ и устройство звуковой сигнализации УЗС.

Функциональная схема ФБПК приведена на рис.5.



- 1-Узел датчиков
- 2-Штуцер Pст
- 3-Штуцер Pп
- 4-Соединитель X1
- 5-Соединитель X2
- 6-Узел вычислителя
- 7-Кожух
- 8-Стрелка

- 9-Кремальера Pэ
- 10-Круговая шкала
- 11-Кремальера Hэ
- 12-Счетчик Pэ
- 13-Счетчик Hотн
- 14-Счетчик Hэ
- 15-Узел индикации
- 16-Корпус

Рис.6. Высотомер типа ВБЭ-2

- 8-Самбелка
- 9-Кремальера
- 10-Круговая шкала
- 11-Соединитель X2
- 12-Соединитель X1
- 13-Стрелка

- 14-Кожух
- 15-Узел индикации
- 16-Корпус

Высотомер (рис.6) представляет собой конструкцию, состоящую из отдельных функциональных узлов, соединенных между собой механически и электрически.

Конструктивно высотомер состоит из следующих узлов:

- узла датчиков статического и полного давлений (1)
- узла вычислителя (6)
- узла индикации (15)

Указанные узлы размещены на корпусе (16) и закрыты кожухом (7). На узле датчиков (1) размещены штуцеры статического (2) и полного давлений (3), а также электрические соединители (4) и (5) для подключения к электрическим цепям объекта.

- Индикация параметров в высотомере производится на жидкокристаллическом индикаторе, все обозначения на котором выполнены в белом цвете на черном фоне.

Индикатор имеет круговую шкалу (10) с диапазоном 1000 м (футов) с дискретностью 10 м (футов); подвижную стрелку (8), перемещающуюся с шагом 5 м (футов); счетчик относительной барометрической высоты (13) с дискретностью 5 м (футов); счетчик заданной высоты эшелона (14) с дискретностью 100 м (1000 футов); счетчик атмосферного давления у земли (12) с дискретностью 1 гПа.

- На узле индикации (15), (см. рис.6) имеются две кремальеры (9) и (11), которые после работы с ними при отпускании устанавливаются в нейтральное положение.

Кремальера (9), расположенная в правом нижнем углу и имеющая маркировку  $P_3$ , служит для установки на счетчике  $P_3$  (12) значения атмосферного давления у земли при повороте ее до упоров влево или вправо от нейтрального положения. При перемещении кремальеры от себя на счетчике  $P_3$  устанавливается фиксированное значение  $P_3=1013,25$  гПа. При перемещении кремальеры  $P_3$  на себя происходит изменение визуальной информации с метров на футы и наоборот.

- В высотомере предусмотрено проведение тест-контроля как по внешнему электрическому сигналу, так и по сигналу с высотомера при перемещении кремальеры  $H_3$  на себя.

- Высотомер имеет встроенное белое освещение из двух гирлянд ламп, расположенных в пазах фланца блока индикации.

## Основные технические данные высотомера:

1. Диапазон статического давления, подаваемого в высотомер, соответствует высоте от минус 550 до 15000 м (от минус 1650 до 50000 футов) по ГОСТ 3295-73.
2. Диапазон задания, и индикации высоты эшелона от 300 до 12100 м (от 1000 до 41000 футов).
3. Диапазон полного давления, подаваемого в высотомер, соответствует приборной скорости до 700 км/ч.
4. Диапазон задания и индикации атмосферного давления у земли от 700 до 1080 Да.
5. Погрешность измерения и индикации относительной барометрической высоты при выставленном атмосферном давлении у земли 1013,25 гПа не превышает значений, указанных в табл.2.

Диапазон высот, м	Предел допускаемой погрешности, м
от 0 до 1500	±10
от 1500 до 4500	±15
от 4500 до 7500	±20
от 7500 до 12100	±25
Свыше 15000	±40

6. Вариация показаний высотомера не превышает значений предела допускаемой погрешности, указанной в п.1.11.5.
7. Погрешность выдачи сигналов об отклонении от заданной высоты эшелона в диапазоне от 300 до 12100 м (от 1000 до 40000 футов) не превышает 10 м (30 футов) в диапазоне рабочих температур.
8. Величина рассогласования между показаниям счетчика атмосферного давления у земли и давления в статической полости высотомера не превышает:
  - а) в нормальных климатических условиях:
    - 1,5 гПа при давлении 1013,25 Да (760 мм рт.ст.);
    - 2,0 гПа при давлении 700 и 1075 Да (525 и 806 мм рт.ст.)
  - б) при крайних рабочих температурах:
    - +2,0 гПа при давлении 1013,25 Да (760 мм рт.ст.);
    - +3,0 гПа при давлении 760 и 1075 Да (525 и 806 мм рт.ст.).
9. Герметичность полости статического и полного давлений такова, при создании в них одновременно давления, соответствующего высоте 5000 м по шкале высотомера, изменение показаний не превышает 30 м в течение одной минуты.
10. Высотомер выдает информацию о текущих значениях  $H_{абс}$ ,  $H_{отн}$  и  $H_э$  по каждому из трех независимых каналов в виде тридцати двух разрядного двухполярного последовательного кода по ГОСТ 18977-79 и РТМ 1495-75 (изменение 3).

При этом в одиннадцатом разряде кодового слова  $H_э$  содержится признак ("1") при отклонении более 150 м от заданной высоты эшелона, а в одиннадцатом разряде кодового слова  $H_{отн}$  признак ("1") при установке  $P_3 = 1013,25$  гПа.

Скорость передачи информации 12,5 кбит/с.

11. Высотомер выдает для звуковой сигнализации электрические сигналы длительностью 1,5 с частотой (800±80) Гц и амплитудой от 5 до 10 В на нагрузку (300 ±90) Ом и амплитудой от 20 до 30 В на нагрузку не менее 20 кОм при входе в зону отклонения от заданной высоты эшелона 150 м и при выходе из зоны отклонения от заданной высоты эшелона 60 м.
12. Время готовности высотомера после включения питания не превышает 1 мин.
13. Электропитание высотомера осуществляется от бортовых источников постоянного тока напряжением 27 В.  
Электропитание освещения шкалы высотомера осуществляется напряжением 5,5 В постоянного или переменного тока частотой 400 Гц.
14. Мощность, потребляемая высотомером по цепи постоянного тока напряжением 27 В не более 15 Вт, по цепи 5,5 В не более 2,2 В·А.
15. Высотомер нормально работает при температуре окружающей среды от минус 20 до 55 °С.
16. В высотомере предусмотрен встроенный контроль работы высотомера в его узлах, который проводится автоматически при включении электропитания. В высотомере также предусмотрен автоматизированный контроль (тест-контроль) как по электрическому сигналу, так и по сигналу с высотомера.



# РАБОТА

Атмосферное (статическое) давление и полное давление через штуцеры  $P_{ст}$  в  $P_{п}$  высотомера поступают соответственно в датчики давления, которые выдают электрические сигналы, пропорциональные измеряемым давлениям. Сигналы с датчиков в управляющие сигналы, формируемые с помощью кремальер  $P_3$  и  $H_9$ , поступают в блок вычислителя.

Управляющие сигналы позволяют вырабатывать электрические сигналы атмосферного давления у земли и заданной высоты эшелона. Величины сигналов, соответствующие этим параметрам, индицируются на счетчиках атмосферного давления у земли и заданной высоты эшелона индикатора высотомера.

В блоке вычислителя высотомера по сигналам  $P_{ст}$  и  $P_{п}$  и выработанным сигналам  $H_{э}$ ,  $P_3$  происходит формирование и коррекция сигналов относительной и абсолютной высоты и выработка релейных сигналов об отклонении от заданной высоты эшелона и других релейных сигналов.

Выработанные сигналы  $H_{абс}$ ,  $H_{отн}$ ,  $H_3$ , преобразованные в код, подаются на взаимодействующие самолетные системы одновременно. Сигнал  $H_{отн}$  поступает на индикатор высотомера, где индицируется на пятиразрядном счетчике и одновременно значение трех младших разрядов счетчика индицируются с помощью подвижной стрелки и неподвижной шкалы.

Релейные сигналы об отклонении от заданной высоты эшелона, поступающие на индикатор высотомера, обеспечивают сигнализацию об отклонении с помощью световой рамки вокруг значения  $H_9$  на индикаторе.

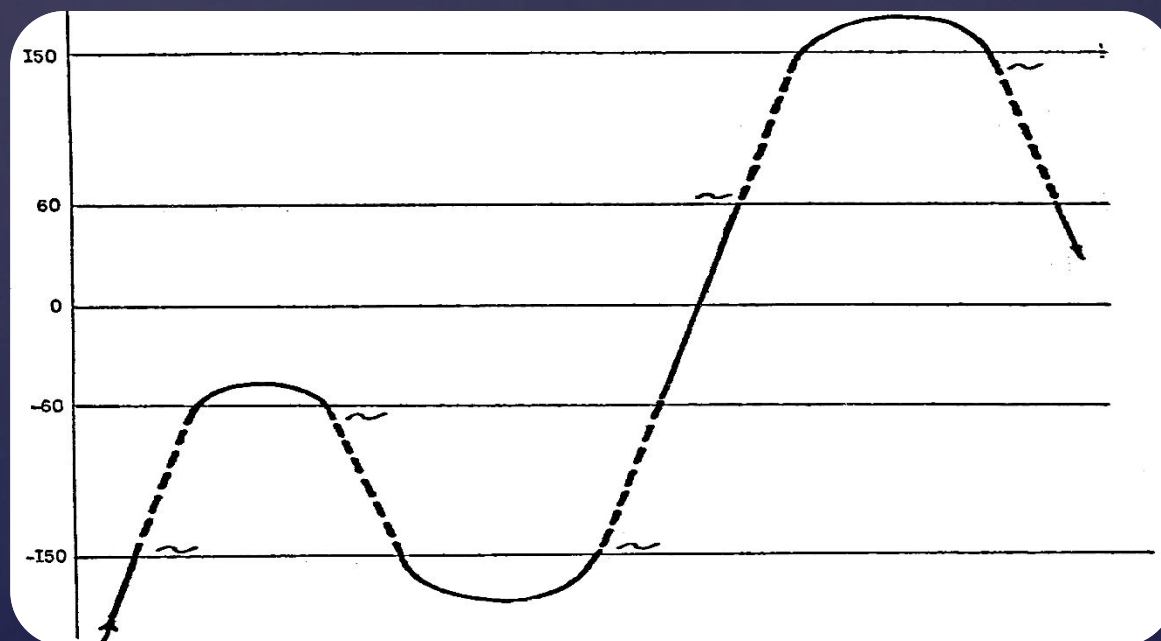
При отклонении более чем на 150 м (500 футов от заданной высоты эшелона на индикаторе, появляется визуальный сигнал в виде постоянно видимой рамки вокруг заданного значения высоты эшелона.

При нажатии кремальеры Н происходит подавление визуального сигнала об отклонении более чем на 150 м (500 футов) от заданной высоты эшелона в виде постоянно видимой рамки.

При отклонении от заданной высоты эшелона в пределах от 60 до 150 м (от 200 до 500 футов) рамка находится в режиме мигания с частотой 2,6 Гц  $\pm$  0,6 Гц.

При отклонении от заданной высоты эшелона менее 60 м (200 футов) индикация Н<sub>9</sub> и рамка отсутствуют.

При входе в зону отклонения от заданной высоты эшелона 150 м (500 футов) и при выходе из зоны 60 м (200 футов) высотомер выдает электрический сигнал для звуковой сигнализации. Логика работы сигнализации об отклонении от заданной высоты приведена на рис.9.



## ВЫСОТОМЕР ТИПА ВБЭ-2 - ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

1. Высотомеры должны храниться в заводской упаковке в капитальных отапливаемых помещениях с температурой воздуха в пределах от 5 до 40° С и относительной влажностью до 80 %.

Резкие колебания температуры и влажности не допускаются. Складские помещения должны быть изолированы от проникновения в них разного рода газов (хлора, паров аммиака и т.п.).

Хранение химикатов, щелочей в складских помещениях, где хранятся высотомеры, не допускается.

2. В указанных условиях и при сохранении заводской упаковки высотомеры могут храниться без проверки в течение 4 лет. Через 1 год необходимо проверить состояние селикагеля - индикатора. Если цвет селикагеля - индикатора не изменился, следующие проверки проводят не реже чем через каждые 6 месяцев до изменения цвета селикагеля -индикатора.

Дальнейшее хранение возможно в тех же условиях после смены селикагеля-осушителя и селикагеля - индикатора.

3. Допускается кратковременное хранение высотомеров без заводской упаковки в помещениях кладовых, мастерских, лабораторий в закрытых шкафах и на стеллажах. При этом необходимо, чтобы на штуцеры высотомера были надеты предохранительные колпачки, а сами высотомеры должны быть завернуты в плотную бумагу. При таком хранении технический осмотр должен проводиться не реже одного раза в месяц.

Необходимость проверок технического состояния высотомеров определяется эксплуатирующей организацией.

## ВЫСОТОМЕР ТИПА ВБЭ-2 – ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

1. Условия -транспортирования должны обеспечивать сохранение всех эксплуатационных характеристик высотомеров и предохранение их от каких-либо повреждений.
2. Предназначенные к транспортированию высотомеры должны быть завернуты в бумагу и помещены в потребительскую тару - ящик из гофрированного картона.
3. Высотомеры, упакованные в потребительскую тару, должны быть уложены в транспортную тару вплотную друг к другу так, чтобы исключить возможность смещения высотомеров от сотрясения при транспортировании.
4. На внешней поверхности транспортной тары должны быть нанесены предупредительные надписи.
5. Ящики с высотомерами должны транспортироваться на крытых транспортных средствах или накрываться брезентом, при этом они должны надежно крепиться к кузову транспортного средства.
6. Допускается транспортирование небольших партий высотомеров на крытых- транспортных средствах в ящиках из гофрированного картона. При этом запрещается на ящики из гофрированного картона ставить груз массой более 7 кг.
7. В условиях эксплуатации допускается транспортирование высотомера в заводской упаковке или любым другим способом, исключающим попадание на него атмосферных осадков, механические повреждения и ударные воздействия.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система воздушных сигналов - это измерительная система, служащая для одновременного косвенного измерения истиной, приборной, воздушной скорости, числа  $M$ , относительной высоты, относительной плотности, температуры наружного воздуха, а также выдающая отклонения величин в навигационную систему, системы управления и др. Применение СВС вызвано, с одной стороны, увеличением количества потребителей аэрометрических параметров (системы управления, прицелы, навигационные системы и др.), а с другой стороны - необходимостью более полного учета факторов, уточняющих градуировочные формулы.

Объединение многих однородных по своей природе приборов в единую измерительную систему позволяет избежать дублирования чувствительных элементов и вычислителей и повысить точность измерения выходных параметров.

Курсовой проект выполнили студенты группы АКБ 4(2):

Алексеев А. А.

Нарзиев Х. М.

Преподаватель: доцент, к. т. н., Соловьев Юрий Сергеевич

Литература:

1) «ВЫСОТОМЕР БАРОМЕТРИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ  
ТИПА ВБЭ-2 РУКОВОДСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ 6Г2.514.047 РЭ»

2) УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ «АВИАЦИОННЫЕ ПРИБОРЫ И  
ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ»

В.М. Попов, А.А. Чигвинцев, В.В.Устинов. Иркутск 2010 г.