

# Лекция № 23

## Тема 3.3. Приборное оборудование цифровых комплексов ПНО

### Система предупреждения критических режимов (СПКР)

1. Назначение и состав СПКР-85
2. Схема связи СПКР с системами КСЦПНО и бортовым оборудованием
3. Режимы работы СПКР: «Разбег», «Прерванный взлет», «Взлет», «Полет по маршруту», «Заход на посадку», «Уход на второй круг»
4. Сигнализация СПКР на КПИ

# 1. Назначение и состав СПКР-85

**Назначение.** Система предупреждения критических режимов полета СПКР-85 предназначена для формирования и выдачи в бортовые системы отображения (СЭИ, КИСС) информации о приближении и достижении контролируемыми параметрами полета границ эксплуатационных допусков на всех режимах полета вне зависимости от режима управления самолетом (автоматический, директорный, ручной).

**Система СПКР-85 обеспечивает:**

## 1. Контроль следующих параметров полета:

- угла атаки;
- нормальной перегрузки;
- угла крена;
- приборной скорости;
- отклонения от заданной высоты полета на эшелоне.
- изменений скорости и направления ветра («сдвиг ветра») на этапах взлета и захода на посадку, ухода на 2-ой круг.

# 1. Назначение и состав СПКР-85

## Система СПКР-85 обеспечивает:

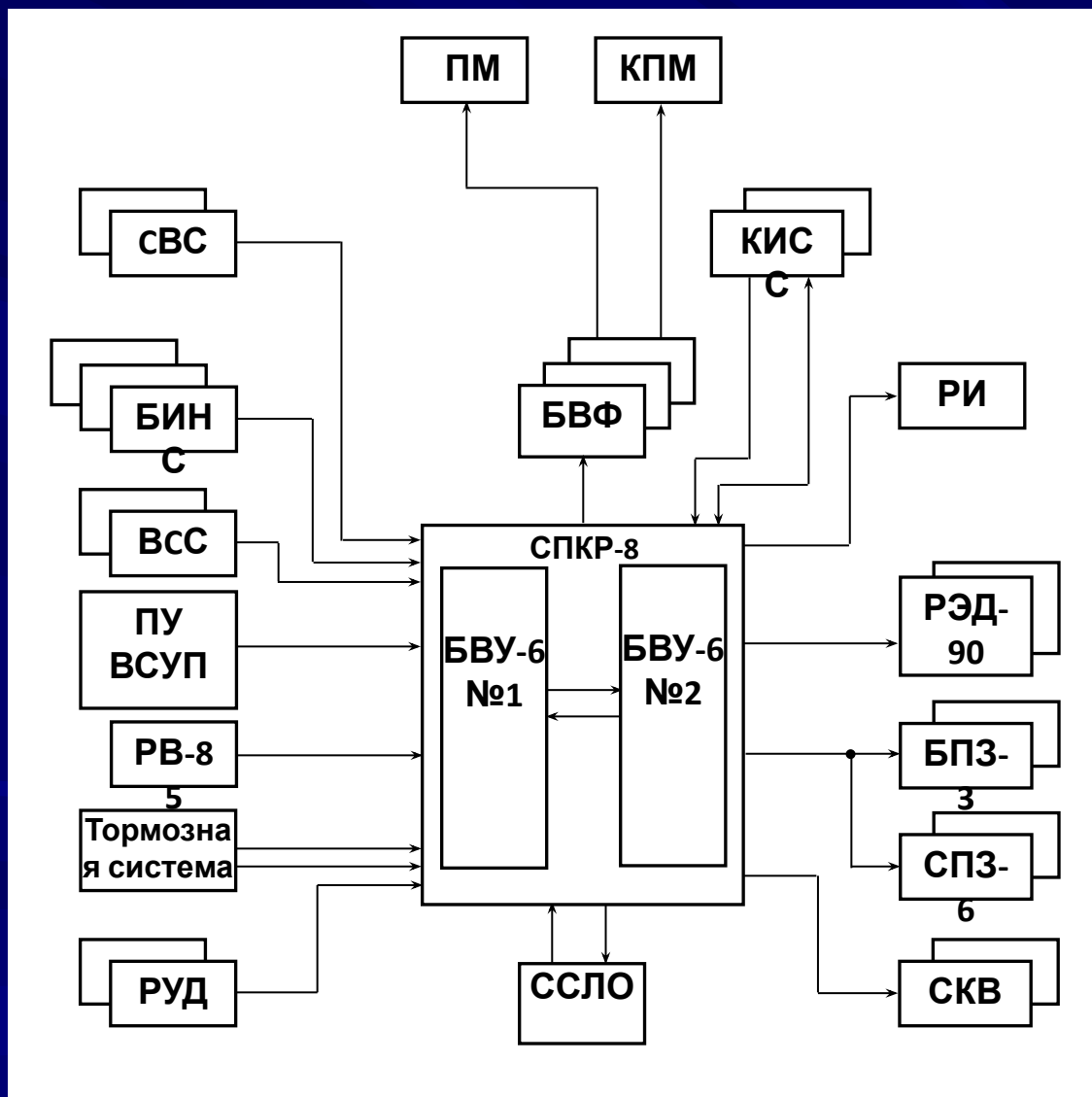
2. **Вычисление пороговых значений контролируемых параметров полета** (т. е. границ рекомендуемых и эксплуатационных допусков этих параметров с учетом запасов на суммарные погрешности их формирования).

3. **Выдачу в виде двоичного кода информации о пороговых значениях параметров полета в СЭИ.**

4. **Формирование и выдачу в КИСС разовых предупреждающих сигналов о приближении и достижении параметрами полета своих пороговых значений с учетом их приоритетности, а также выдачи в КИСС и ССЛО информации о готовности и работоспособности вычислителей СПКР-85, в том числе об исправности линий связи и достоверности информации, поступающей в виде последовательного двоичного цифрового кода из систем-датчиков информации.**

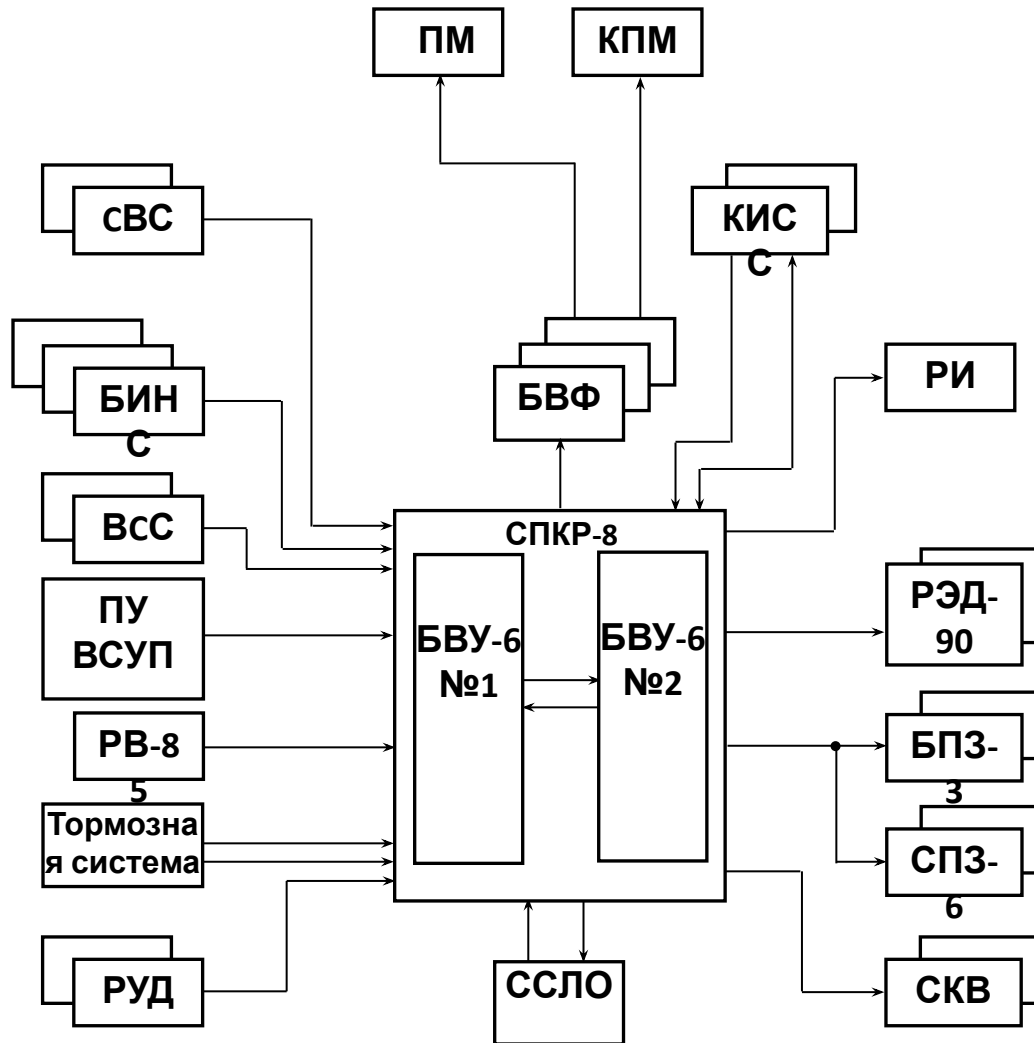
5. **Формирование и выдачу разовых команд при превышении заданных значений скоростей и высот.**

## Назначение и состав СПКР-85



СПКР-85 состоит из двух вычислителей предупреждения критических режимов типа БВУ-6, которые идентичны между собой и взаимозаменяемы. При смене вычислителей вновь устанавливаемые не требуют регулировки и подгонки. Применение двухкратного резервирования вычислителей СПКР-85 повышает надежность и безопасность эксплуатации СПКР-85.

## 2. Схема связи СПКР с системами КСЦПНО и бортовым оборудованием

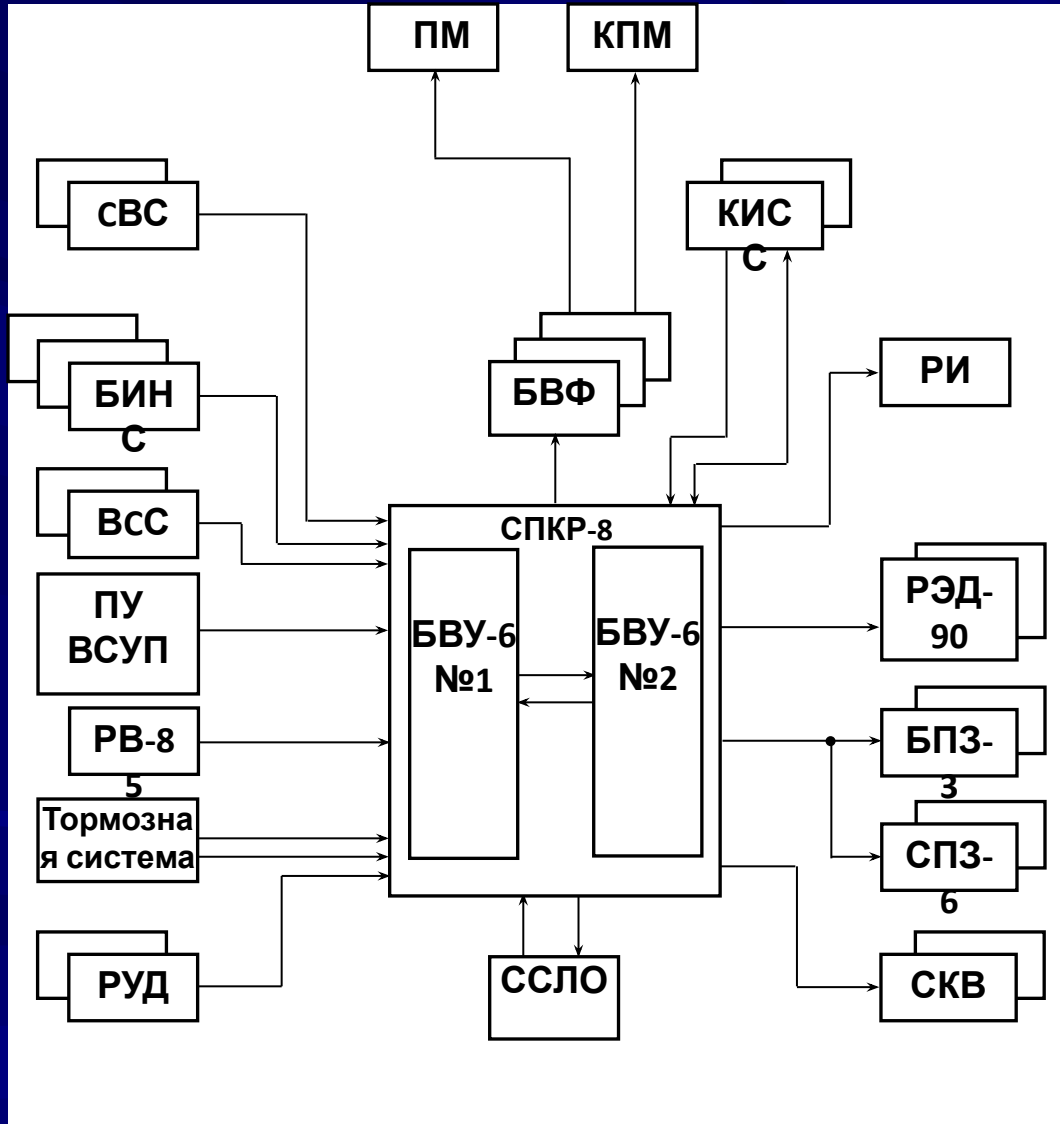


### Связи СПКР-85 .

СПКР-85 принимает следующие параметры:

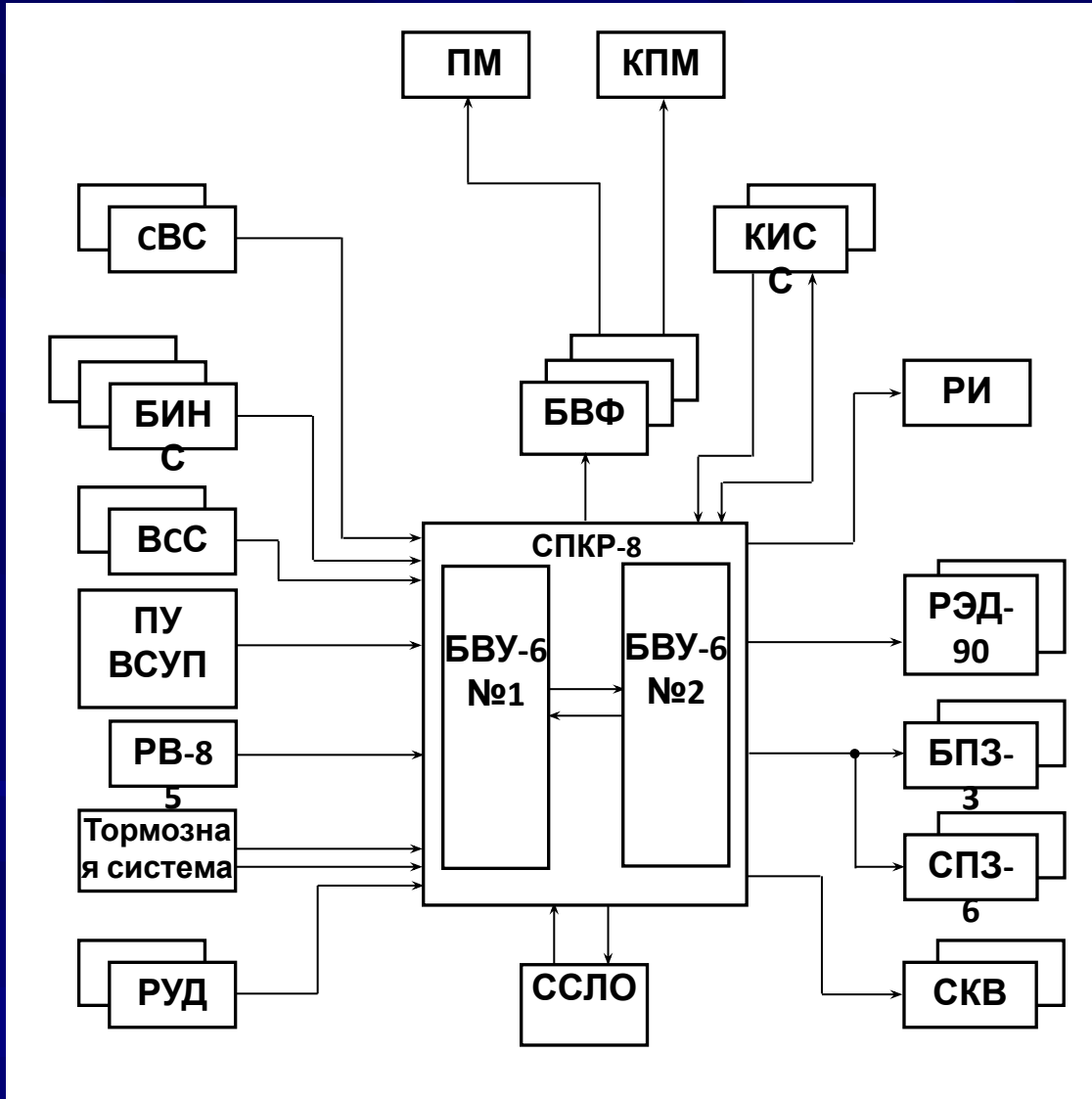
- от СВС-96:  $\alpha_{тек}$ ,  $V_{пр}$ ,  $V$ ,  $M$ ,  $H_{абс}$ ,  $H_{отн}$ ,  $R_{впп}$ ,  $R_{ст}$ ,  $R_{д}$ ,  $V_{пр\ max}$ ,  $M_{max}$ ;
- БИНС:  $n_x$ ,  $n_y$ ,  $n_z$ ,  $\gamma$ ,  $\vartheta$ ,  $\Theta$ ,  $W$ ,  $V_{убрн}$ ,  $V_{упот}$ ;
- от РВ-85:  $H_{ист}$ ;
- ILS/СП:  $\varepsilon_k$ ,  $\varepsilon_2$ ;
- от пульты управления ПУ-56М вычислительной системы управления полетом ВСУП:  $H_{зад\ эш}$ ;

## 2. Схема связи СПКР с системами КСЦПНО и бортовым оборудованием



- от ВСС (значения введенные с пульта ВСС):  
 $H_{зад}$ ,  $V$ ,  $L$ ,  $G$ ,  $P_{потр}$ ,  $T^0_{аэр}$ ,  
 $\alpha_{0\text{ впп}}$ ,  $L_{взл}$ ,  $L_{до\text{ конца впп}}$ ,  
 $L_{прерванного\text{ взлета}}$ ;
- от тормозной системы 75Т-271, системы перемещения закрылков СПЗ-6, датчиков положения рычагов управления двигателями (РУД) разовые сигналы: о состоянии тормозов, шасси убраны, закрылки, о положении РУД;

## 2. Схема связи СПКР с системами КСЦПНО и бортовым оборудованием



- от комплексной информационной системой сигнализации **КИСС**: о текущем угле отклонения закрылков и предкрылков, о состоянии основных стоек шасси;
- от системы сбора и локализации отказов **ССЛО**: при проведении наземного контроля выдает команду на включение СПКР-85 в режим расширенного контроля.

## 2. Схема связи СПКР с системами КСЦПНО и бортовым оборудованием

СПКР-85 выдает вычисленную информацию в следующие системы:

### - в КИСС:

1) для отображения в кадре «БЛОКИ» информацию об отказе вычислителей СПКР-85;

2) для звуковой сигнализации информацию о достижении допустимого угла атаки или допустимой максимальной или минимальной нормальной перегрузки;

- в ССЛО: для хранения, отображения и передачи в МСРП информацию об отказах как вычислителей СПКР-85, так и взаимодействующих с СПКР-85 систем, включая линии связи СПКР-85 с этими системами;

- в речевой информатор АЛМАЗ-УП, который воспроизводит речевые сообщения:

- «СКОРОСТЬ МАЛА»;
- «СКОРОСТЬ ВЕЛИКА»;
- «ОТКЛОНЕНИЕ ОТ ЭШЕЛОНА»;
- «КРЕН ВЕЛИК»;
- «СДВИГ ВЕТРА»;



## 2. Схема связи СПКР с системами КСЦПНО и бортовым оборудованием

14

СПКР-85 выдает вычисленную информацию в следующие системы:

- **разовые команды о превышении заданных значений скоростей и высот:**

- 1) барометрическая высота  $H_b \geq 8000$  м в СКВ 6510;
- 2) приборная скорость  $V_{пр} \geq 400$  км/ч в блоки БПЗ-3 (блок питания и защиты фар) и в СПЗ-6 (система перемещения закрылков);
- 3) приборная скорость  $V_{пр} \geq V_1$  в РЭД-90;
- 4) путевая скорость  $V_{пут} \geq 260$  км/ч в 75Т-271 (тормозная система);
- 5) путевая скорость  $V_{пут} \geq 60$  км/ч в 75Т-271 и РЭД-90;

- **в СЭИ**, которая отображает на своих индикаторах принимаемую информацию:

- 1) максимально и минимально допустимую приборную скорость;
- 2) о превышении максимально допустимой приборной скорости;
- 3) скорость приборная меньше минимально допустимой скорости;

## 2. Схема связи СПКР с системами КСЦПНО и бортовым оборудованием

СПКР-85 выдает вычисленную информацию в следующие системы:

- 4) допустимый угол атаки;
- 5) о достижении допустимого угла атаки;
- 6) максимально допустимую нормальную перегрузку;
- 7) о допустимой максимальной или минимальной нормальной перегрузки;
- 8) о достижении допустимой максимальной или минимальной нормальной перегрузки;
- 9) крен левый или правый велик;
- 10) о недопустимом отклонении от эшелона  $60 \text{ м} < \Delta H_{\text{эш}} < 150 \text{ м}$ ;
- 11) об опасном отклонении от эшелона  $\Delta H_{\text{эш}} > 150 \text{ м}$ ;
- 12) о приближении к заданному эшелону  $60 \text{ м} < \Delta H_{\text{эш}} < 150 \text{ м}$ ;
- 13) о выходе на заданный эшелон  $\Delta H_{\text{эш}} < 60 \text{ м}$ ;
- 14) о величине «сдвига ветра» больше допустимого значения;
- 15) о величине «сдвига ветра» больше критического значения;
- 16) об отказе вычислителей СПКР-85.

Кроме того, БВФ СЭИ транслируют предназначенную для записи на МСРП информацию от СПКР-85.

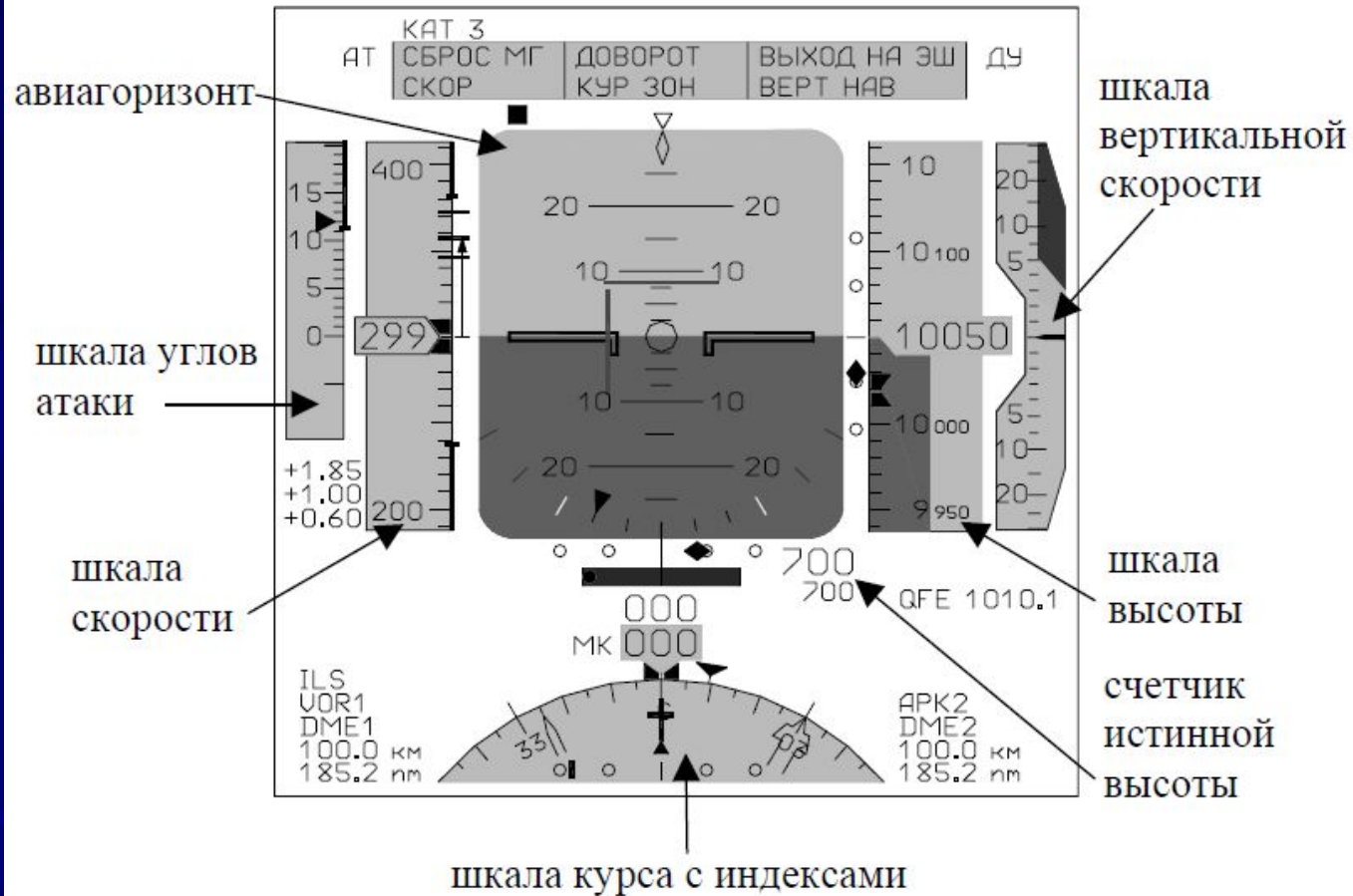


Рис.5.3. Т-образная компоновка пилотажно-навигационных параметров

### 3. Режимы работы СПКР

**Работа.** Предполетная подготовка СПКР-85 к работе заключается в проведении контроля исправности в рамках ПНО, ввода и контроля исходных данных через ВСС.

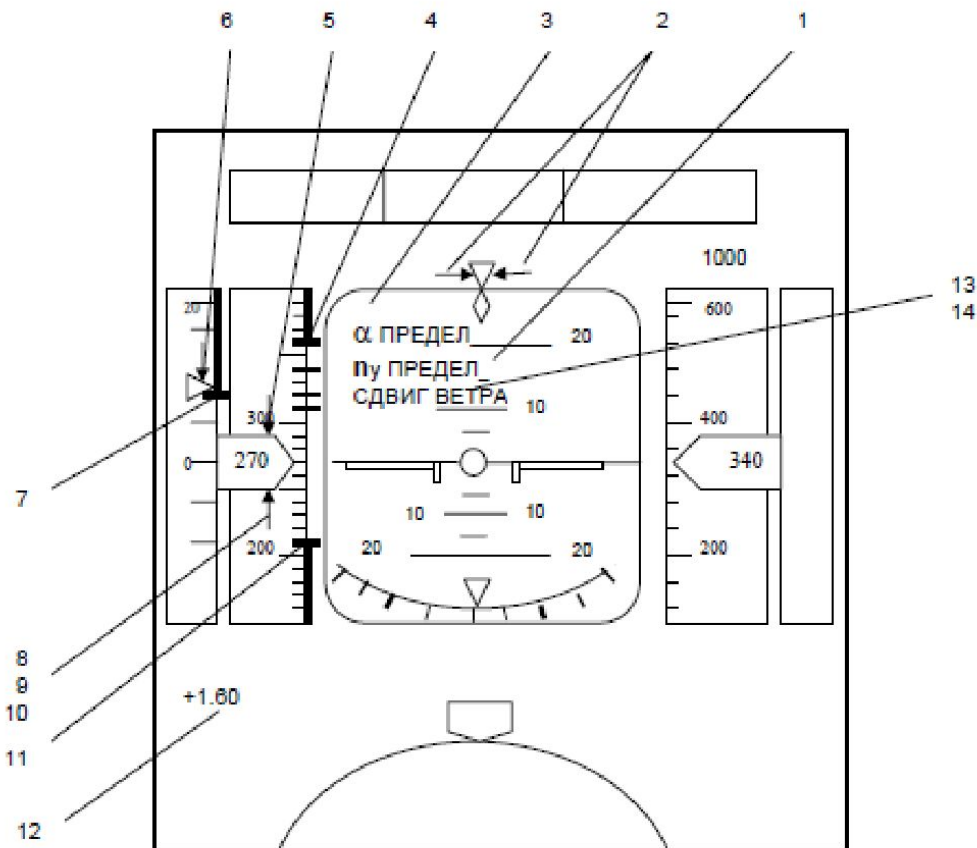
При нормальной работе СПКР-85 формирует признак готовности без уведомления экипажа. Признак неготовности СПКР-85 к взлету поступает в КИСС для отображения в кадре БЛОКИ.

На исполнительном старте осуществляется периодический контроль состояния вычислителей с помощью встроенных средств контроля.

На воздушном участке взлета, при заходе на посадку и при уходе на 2-ой круг СПКР-85 формирует:

- 1) величину допустимого угла атаки  $\alpha_{\text{доп}}$  ;
- 2) величины максимально допустимой и минимально допустимой нормальной перегрузки  $n_{\text{у макс}}$  и  $n_{\text{у мин}}$ ;
- 3) величину максимально допустимой приборной скорости  $V_{\text{макс}}$ ;
- 4) величину минимально допустимой приборной скорости  $V_{\text{мин}}$ ;
- 5) величину  $\gamma_{\text{доп}}$ ;
- 6) величины сильного и умеренного сдвига ветра  $\delta_{\text{св кр}}$  , и  $\delta_{\text{св доп}}$  ,
- 7) признаки достижения параметрами полета своих пороговых значений.

### 3. Режимы работы СПКР и сигнализация на КПИ



**Работа. Режимы «Взлет», «Посадка», «Уход на 2 круг».**

Величины  $\alpha_{доп}$ ,  $V_{МАКС}$ ,  $V_{МИН}$ ,  $u_{доп}$  отображаются на соответствующих шкалах КПИ.

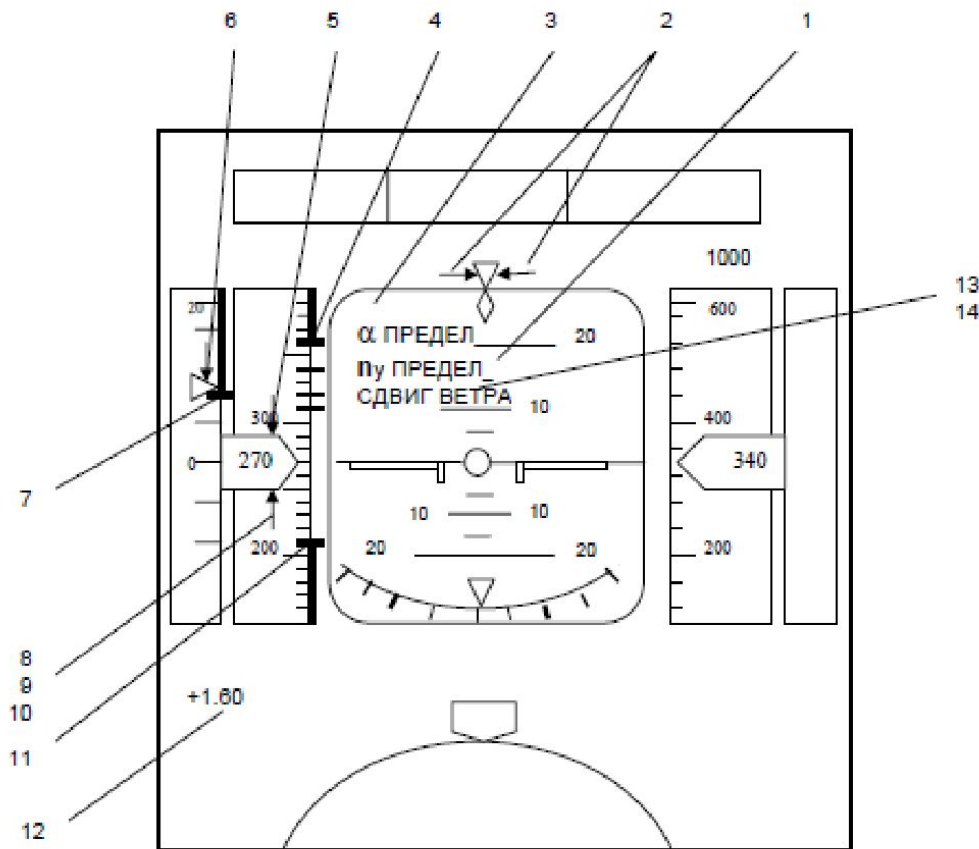
При достижении углом атаки и перегрузки своих допустимых значений  $\alpha_{доп}$ ,  $n_{у\ max}$  или  $n_{у\ мин}$  на КПИ №1 и №2 появляются мигающая стрелка красного цвета над индексом текущего угла атаки и над-писи красного цвета 3 и 1 « $\alpha$  ПРЕДЕЛ» и « $n_y$  ПРЕДЕЛ», звучит тональный сигнал ГАИ.

### 3. Режимы работы СПКР и сигнализация на КПИ

**Работа. Режимы «Взлет», «Посадка», «Уход на 2 круг».**

При достижении приборной скоростью значения максимальной приборной скорости  $V_{\text{макс}}$  на КПИ № 1 и № 2 появляется мигающая стрелка 5 красного цвета над счетчиком приборной скорости и проходит речевое сообщение «СКОРОСТЬ ВЕЛИКА»;

При достижении приборной скоростью значения минимальной приборной скорости  $V_{\text{мин}}$  на КПИ № 1 и № 2 появляется мигающая стрелка 9 желтого цвета под счетчиком приборной скорости и проходит речевое сообщение «СКОРОСТЬ МАЛА»;



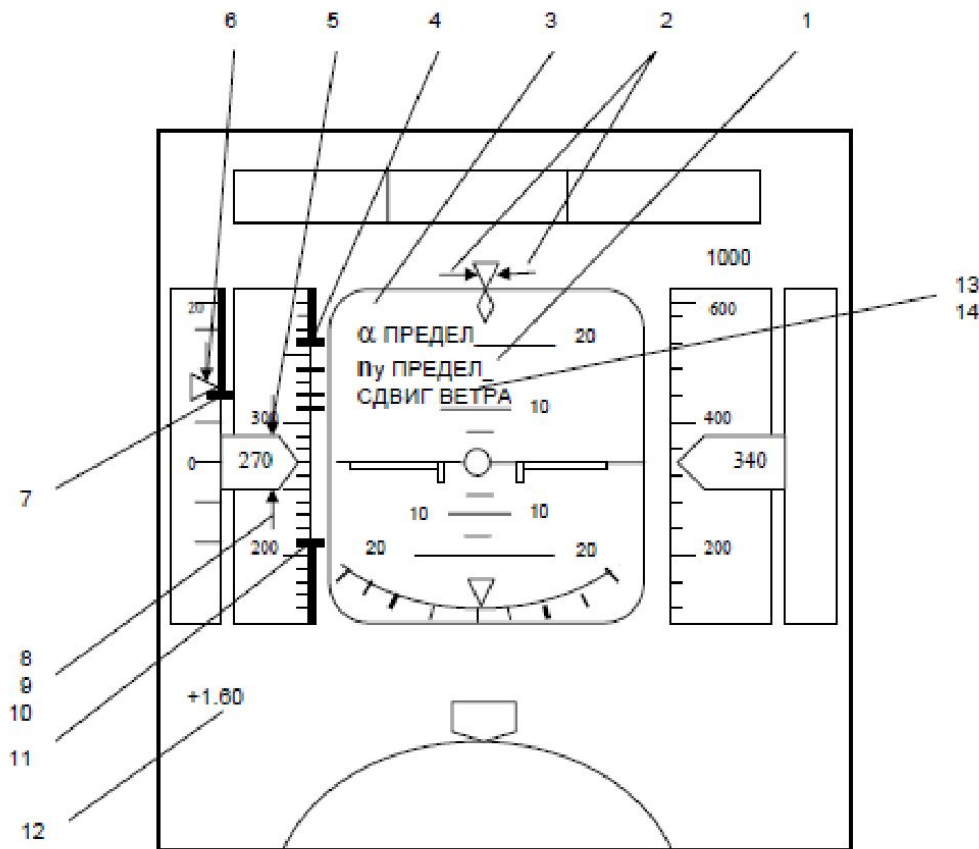
4,5 - индекс и сигнализатор максимально допустимой скорости  $V_{\text{МАКС}}$   
 11,8 - индекс и сигнализатор минимально допустимой скорости  $V_{\text{МИН}}$

### 3. Режимы работы СПКР и сигнализация на КПИ

**Работа. Режимы «Взлет», «Посадка», «Уход на 2 круг».**

При достижении углом крена своего допустимого значения  $\gamma_{доп}$  на КПИ №1 и №2 появляется мигающая стрелка 2 желтого цвета у верхнего индекса ВЕРТИКАЛЬ САМОЛЕТА и проходит речевое сообщение «КРЕН ВЕЛИК»;

При попадании самолета в умеренный сдвиг ветра на КПИ появляется надпись 13 желтого цвета «**ВЕТЕР**», мигает стрелка 9 желтого цвета под счетчиком приборной скорости.



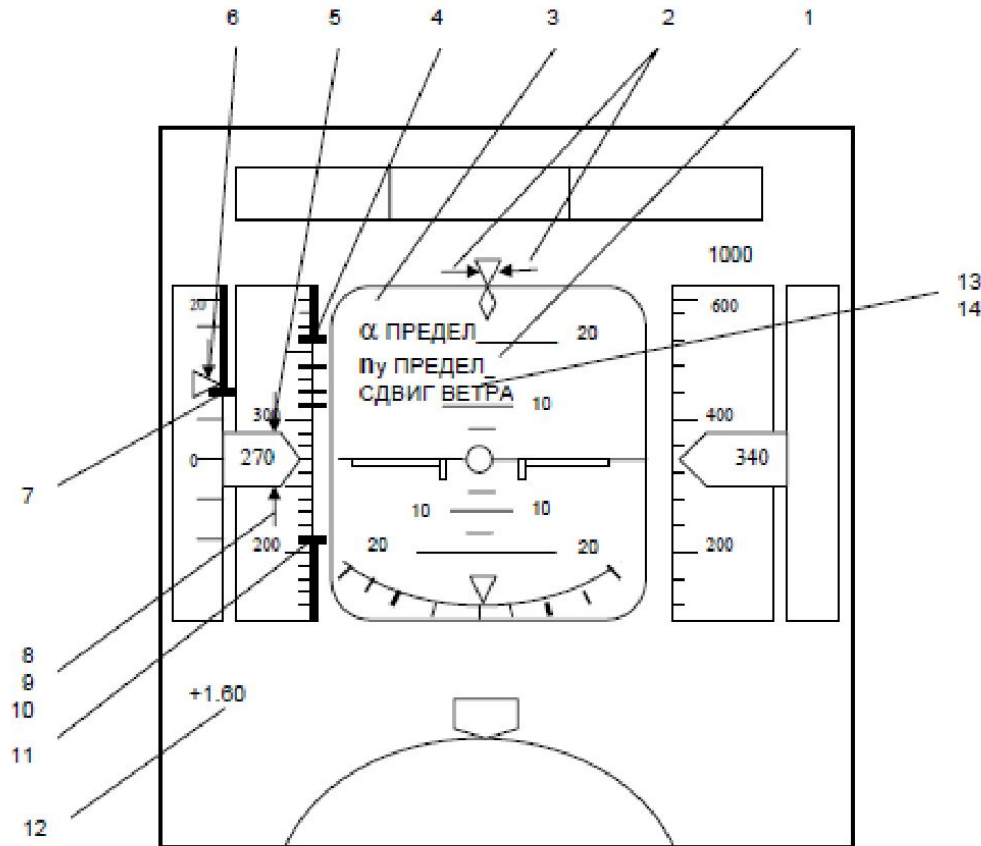
13 – сдвиг ветра

2 - сигнализатор достижения допустимого угла крена  $\gamma_{доп}$

### 3. Режимы работы СПКР и сигнализация на КПИ

**Работа. Режимы «Взлет», «Посадка», «Уход на 2 круг».**

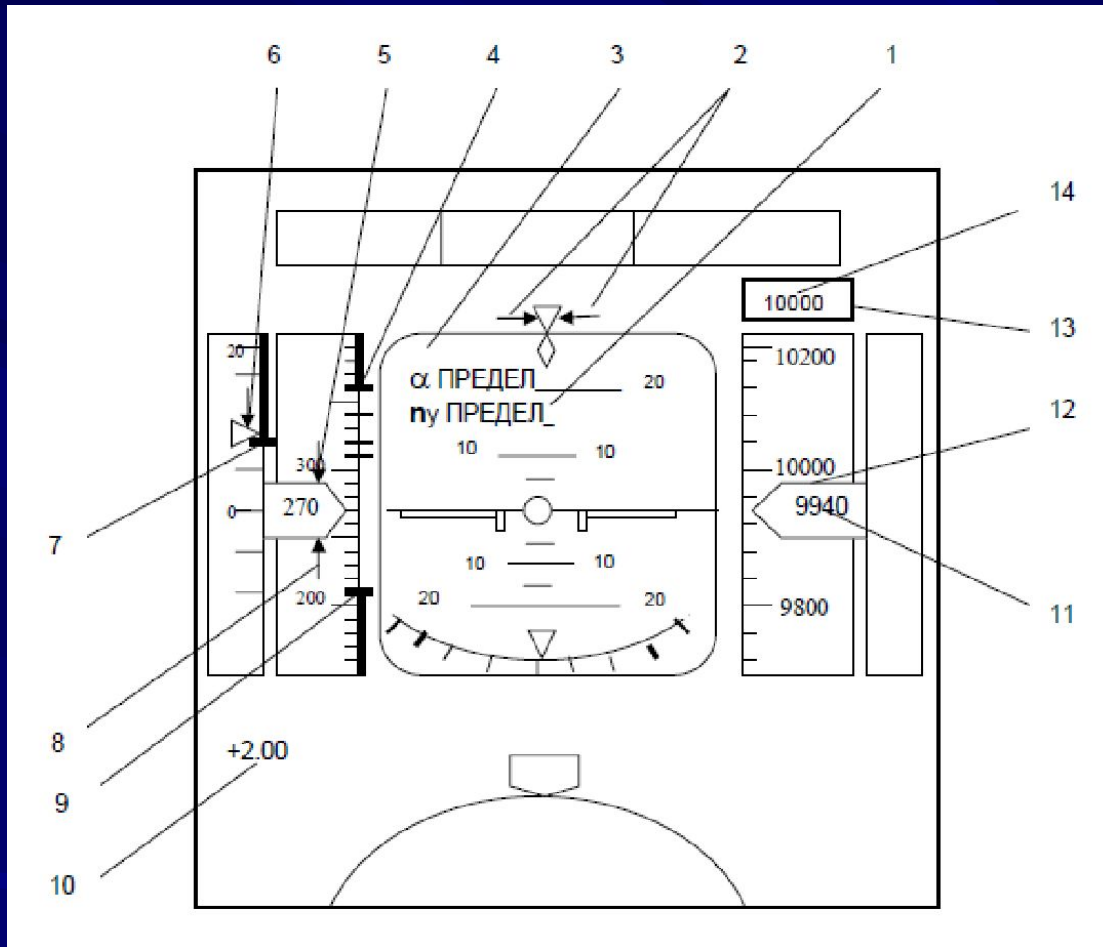
При попадании самолета в сильный сдвиг ветра на КПИ появляется надпись красного цвета **«СДВИГ ВЕТРА»**, мигает стрелка красного цвета под счетчиком приборной скорости.



13 – сдвиг ветра



### 3. Режимы работы СПКР и сигнализация на КПИ

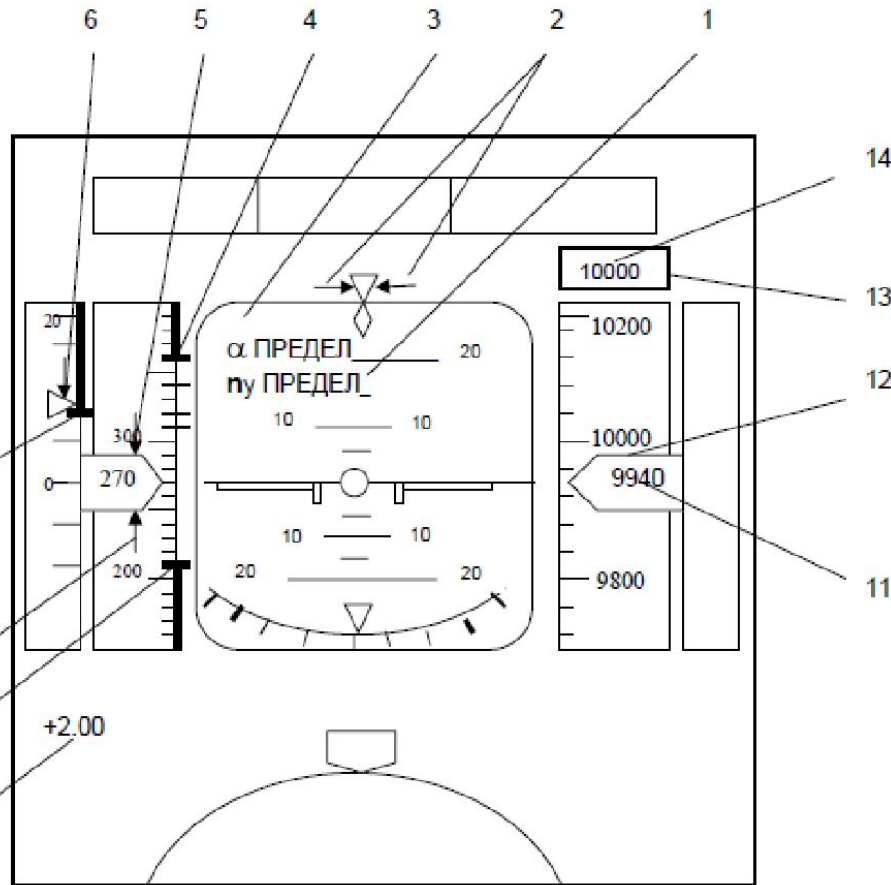


**Работа. Режим полет по маршруту.**

При полете по маршруту формируются следующие признаки:

- 1) о приближении к заданной высоте полета на эшелоне;
- 2) о выходе на заданную высоту полета на эшелоне;
- 3) о недопустимом отклонении от заданной высоты полета на эшелоне;
- 4) об опасном отклонении от заданной высоты полета на эшелоне.

### 3. Режимы работы СПКР и сигнализация на КПИ



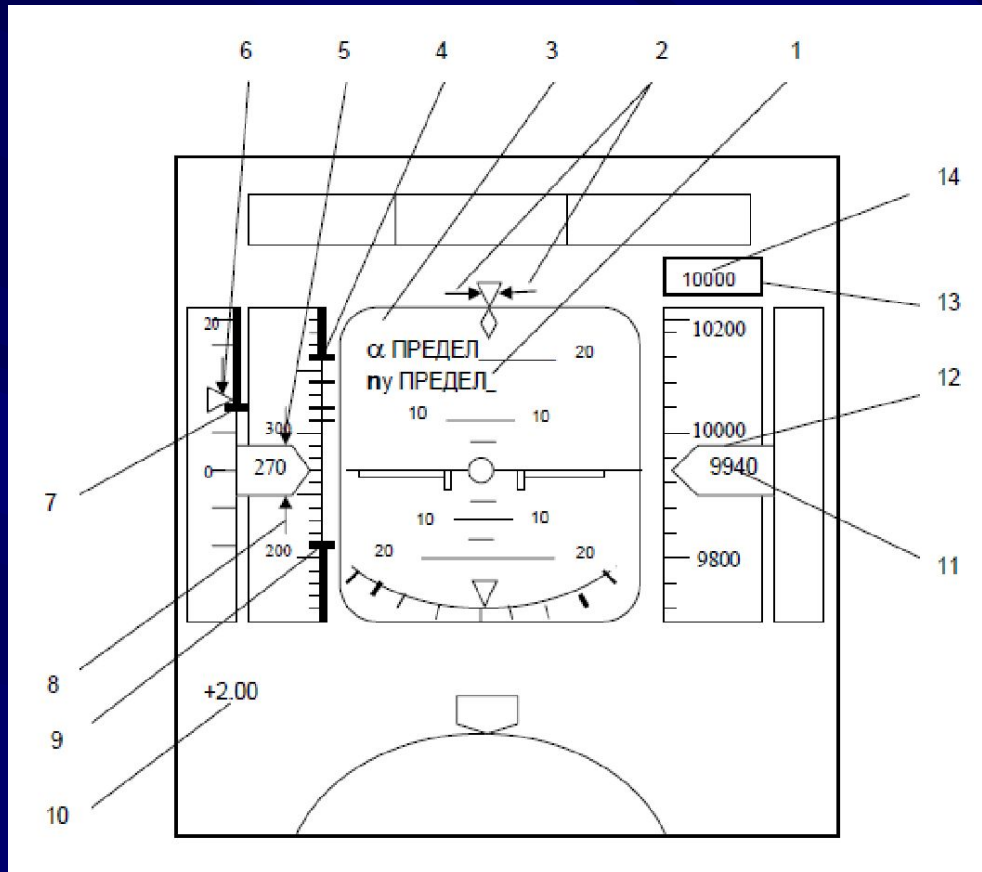
#### Работа.

#### Режим полет по маршруту.

При подходе к заданному эшелону в ручном или автоматическом режиме в зоне, ограниченной отклонением  $150 \div 60\text{м}$  от заданной высоты эшелона на КПИ № 1 и № 2 счетчик заданной высоты эшелона помещается в мигающую рамку 13 голубого цвета (до входа в зону высоты эшелона 60м). При входе в зону высоты эшелона 60м и при полете на высоте эшелона (в пределах 60м) счетчик заданной высоты эшелона исчезает.

11,12 – счетчик и рамка текущей барометрической высоты  
 13,14 - рамка и счетчик заданной высоты эшелона

### 3. Режимы работы СПКР и сигнализация на КПИ



#### Работа.

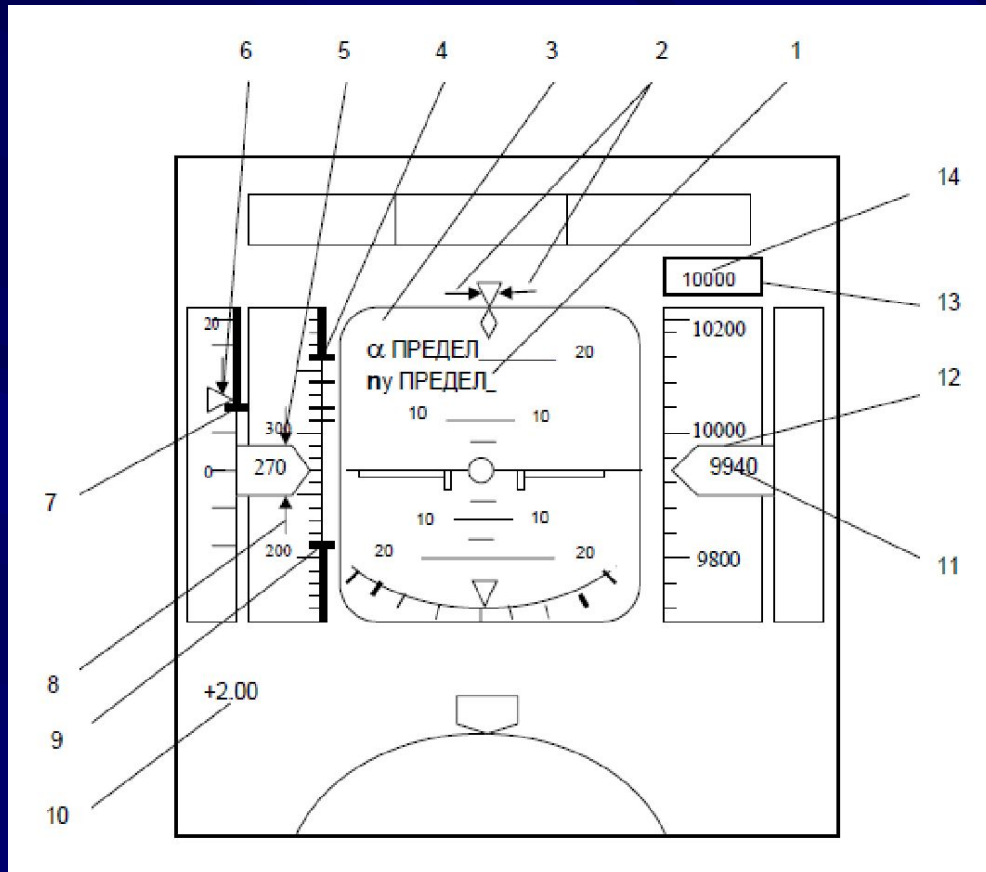
##### Режим полет по маршруту.

При отклонении от высоты эшелона более 60м (но не более 150м) рамка счетчика текущей высоты окрашивается в желтый цвет и мигает, счетчик заданной высоты эшелона появляется, звучит речевое сообщение «ОТКЛОНЕНИЕ ОТ ЭШЕЛОНА».

При отклонении от высоты эшелона более 150м счетчик заданной высоты эшелона помещается в мигающую рамку желтого цвета, рамка счетчика текущей высоты, окрашенная в желтый цвет, продолжает мигать.

11,12 – счетчик и рамка текущей барометрической высоты  
13,14 - рамка и счетчик заданной высоты эшелона

### 3. Режимы работы СПКР и сигнализация на КПИ



#### Работа. Контроль.

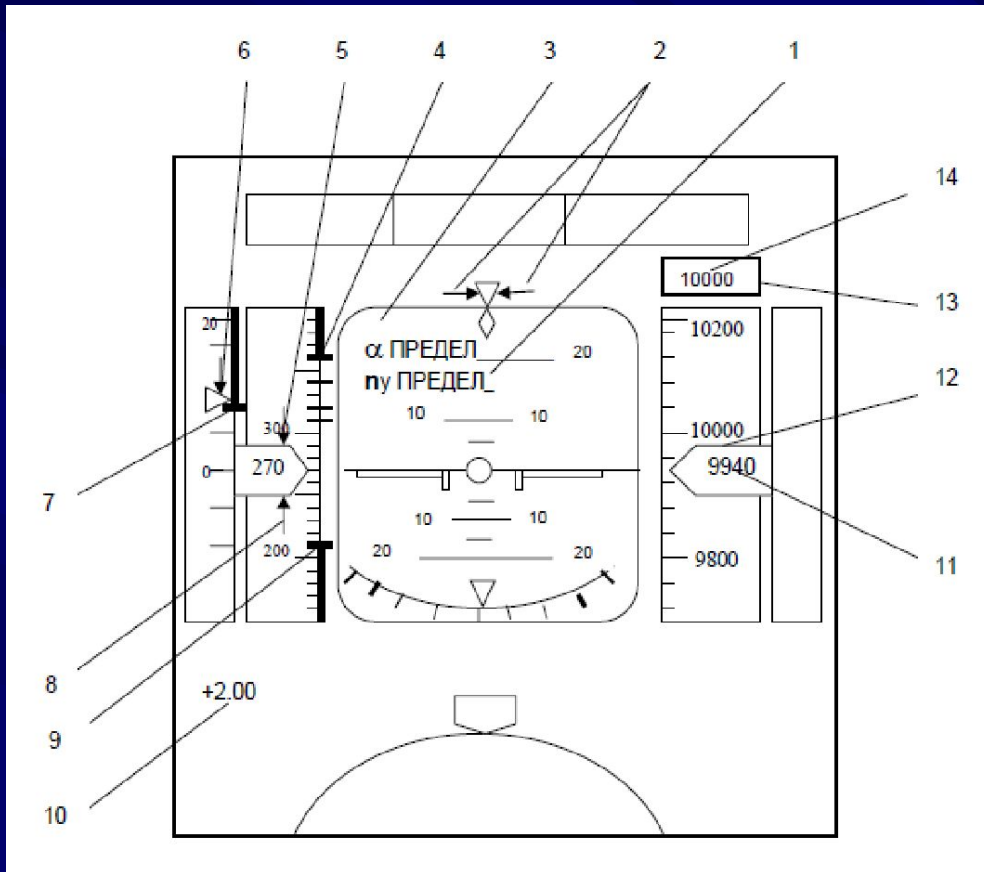
При отказе вычислителя СПКР-85 или функции контроля какого-либо параметра исчезает соответствующая индикация предельных параметров на соответствующем КПИ.

Также в кадре «Блоки» КИСС по вызову выдается информация об отказе вычислителей СПКР-85.

Контроль за функционированием собственных элементов системы, а также проверка достоверности принимаемой от других систем информации обеспечивается встроенной системой контроля СПКР-85.

Предполетная подготовка СПКР-85 к работе заключается в проведении контроля исправности в рамках ПНО, ввода и контроля исходных данных через ВСС.

### 3. Режимы работы СПКР и сигнализация на КПИ



#### Работа.

При нормальной работе СПКР-85 формирует признак готовности без уведомления экипажа.

В целях увеличения глубины проверок системы после замены отказавшего блока на земле задействуется режим расширенного контроля с помощью ССЛО.

Проверка правильности прохождения тестовых сигналов СПКР на МСРП при тест-контроле от ССЛО должна осуществляться в соответствии с перечнем этих сигналов

## Рекомендации по способам устранения неисправностей

Проявление неисправности	Возможные причины	Выявление неисправного элемента	Устранение неисправности
1. Исчезновение одной или нескольких зон допустимых значений контролируемых параметров на левом или правом КПИ СЭИ ( $V_{\text{МАКС}}$ , $V_{\text{МИН}}$ , $\alpha_{\text{ДОП}}$ )	Отказ блока БВУ-6 № 1 или БВУ-6 № 2 СПКР-85	Визуально, вызвав кадр «Блоки» на индикаторе ИМ. Эта же информация будет зарегистрирована в полете на АЦПУ МСРП	Замените соответствующий блок
2. На индикаторе ИМ системы КИСС появляется надпись СПКР 1 или СПКР 2	Отказ блока БВУ-6 № 1 или БВУ-6 № 2 СПКР-85	Визуально, вызвав кадр «Блоки» на индикаторе ИМ. Эта же информация будет зарегистрирована в полете на АЦПУ МСРП	Замените соответствующий блок
3. После проведения расширенного контроля на табло ССЛО появляется надпись „СКР 1 ОТКАЗ” или „СКР 2 ОТКАЗ”	Отказ блока БВУ-6 № 1 или БВУ-6 № 2 СПКР-85	Визуально после проведения расширенного контроля	Замените соответствующий блок