

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:

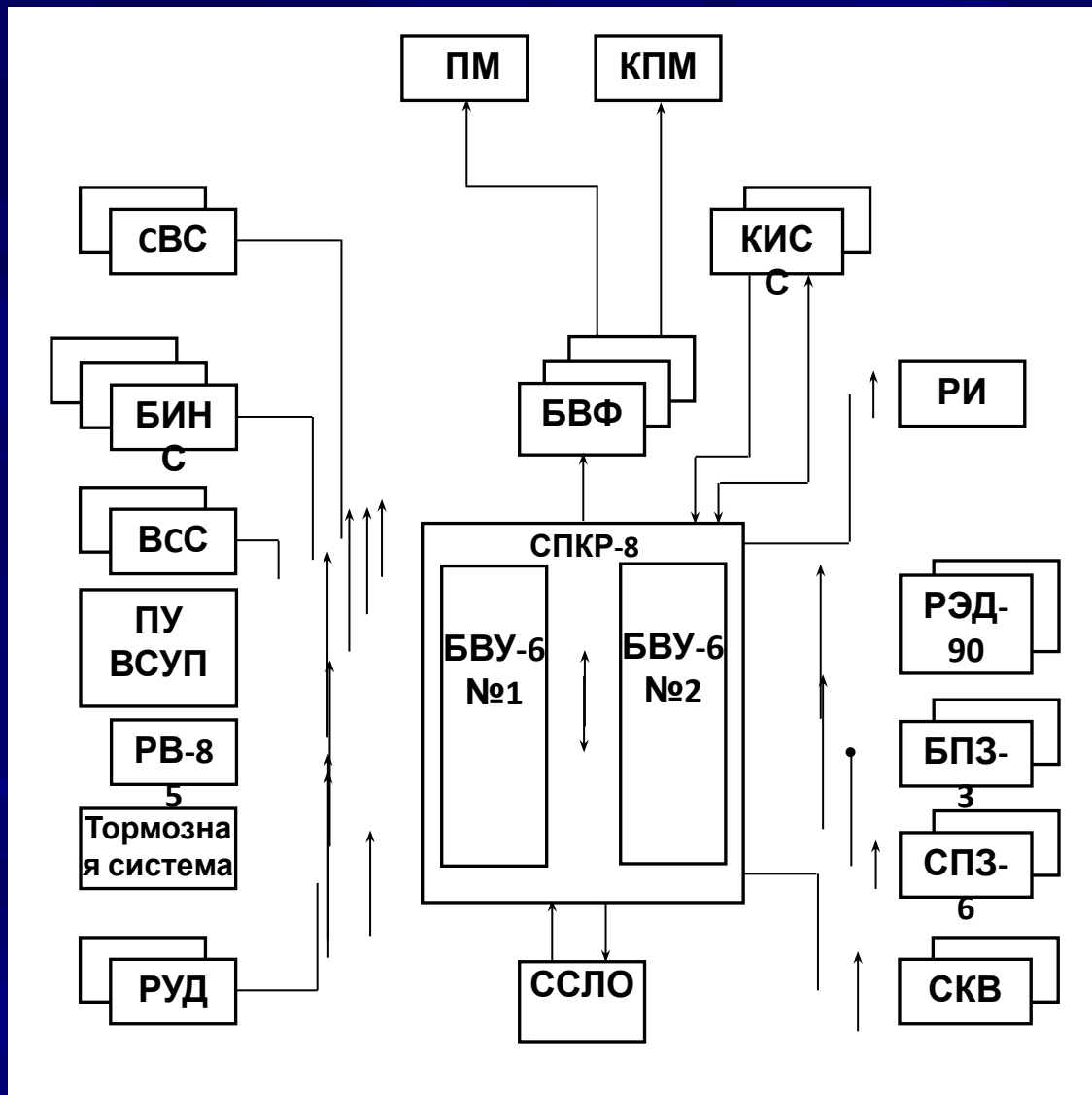
2. Вычисление пороговых значений контролируемых параметров полета (т. е. границ рекомендуемых и эксплуатационных допусков этих параметров с учетом запасов на суммарные погрешности их формирования).

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.

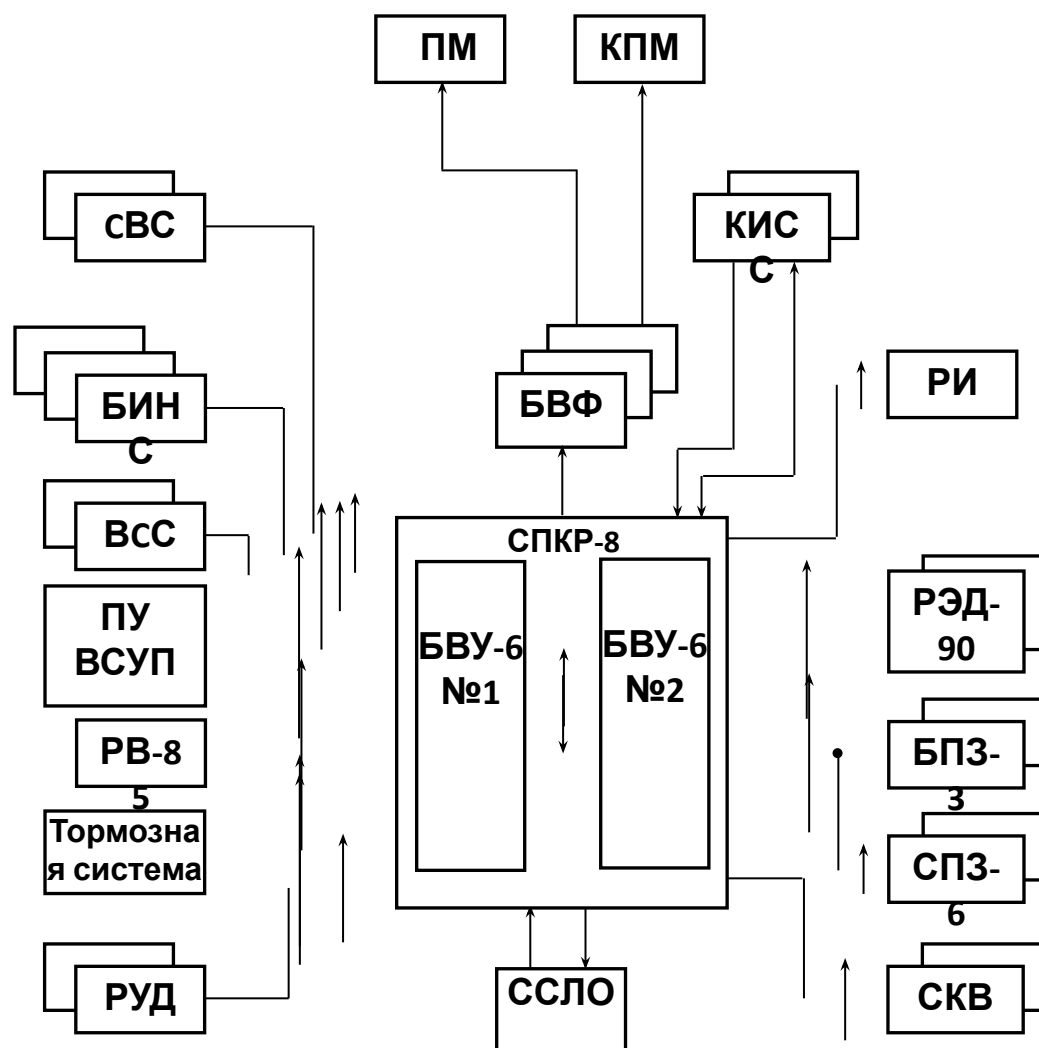
5. Формирование и выдачу разовых команд при превышении заданных значений скоростей и высот.

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

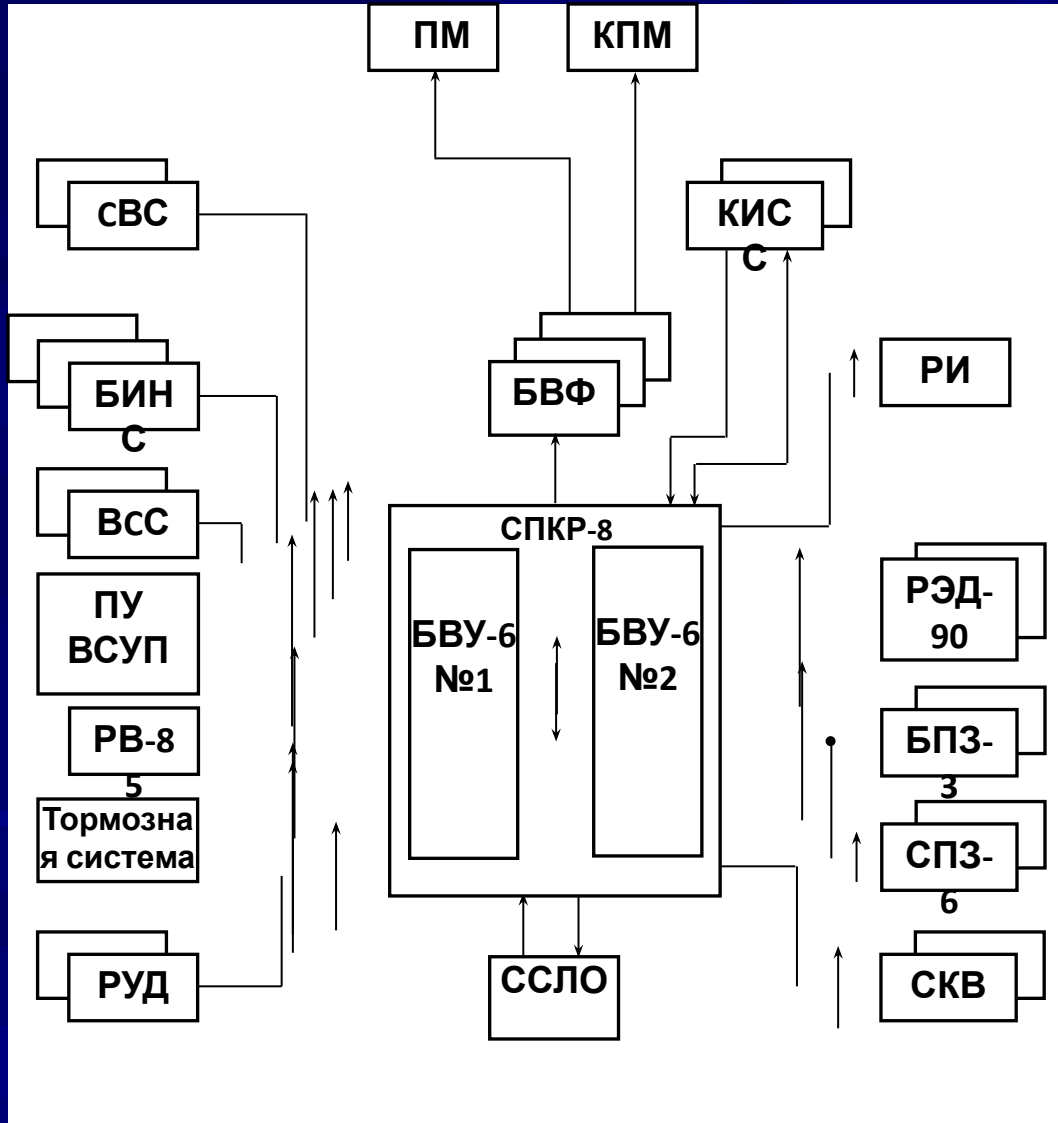


Связи СПКР-85 .

СПКР-85 принимает следующие параметры:

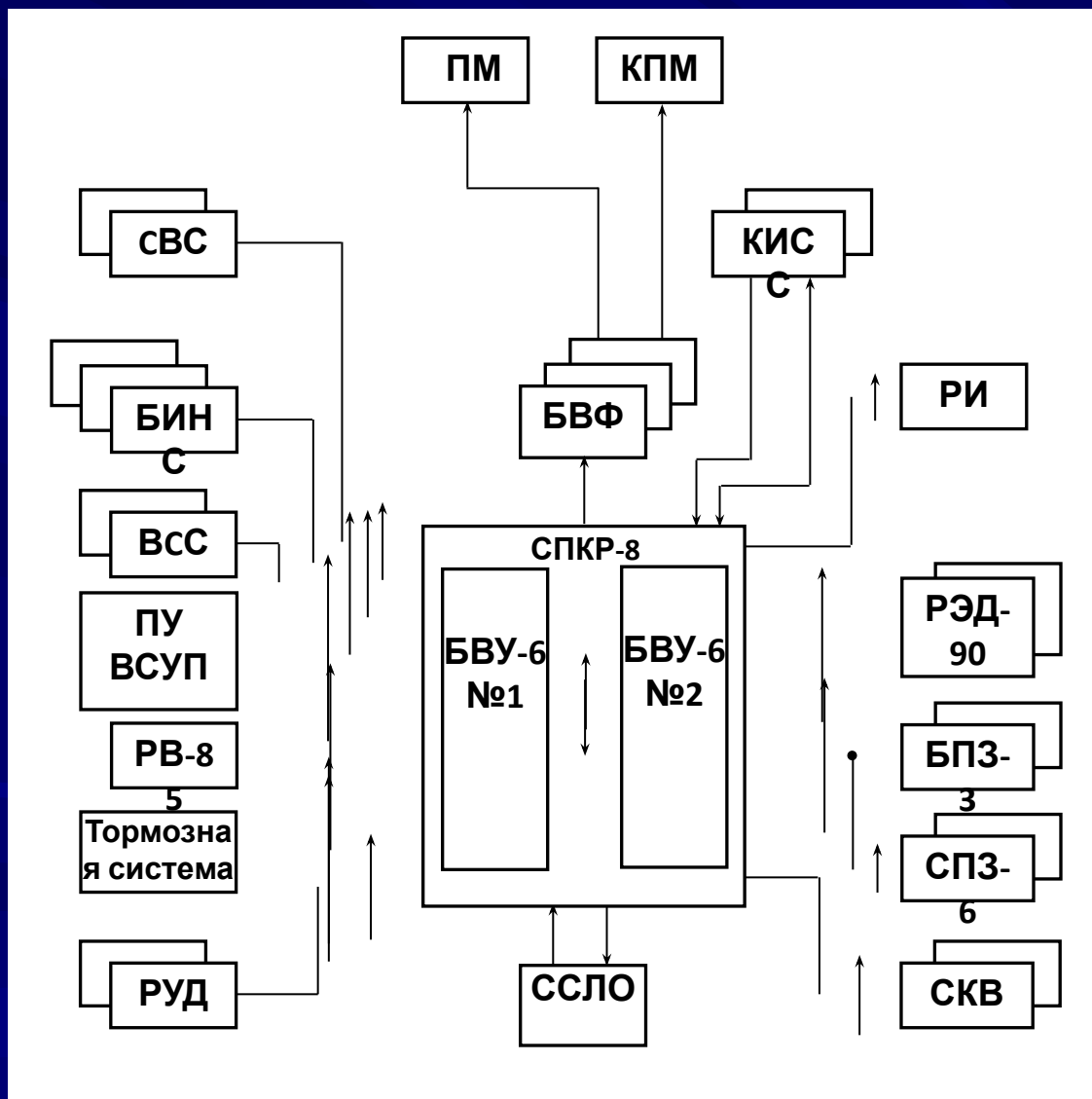
- от СВС-96: $\alpha_{тек}$, $V_{пр}$, V , M , $H_{абс}$, $H_{отн}$, $R_{впп}$, $R_{ст}$, $R_{д}$, $V_{пр\ max}$, M_{max} ;
- БИНС: n_x , n_y , n_z , γ , ϑ , Θ , W , $V_{убрн}$, $V_{упот}$;
- от РВ-85: $H_{ист}$;
- ILS/СП: ε_k , ε_2 ;
- от пульта управления ПУ-56М вычислительной системы управления полетом 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.

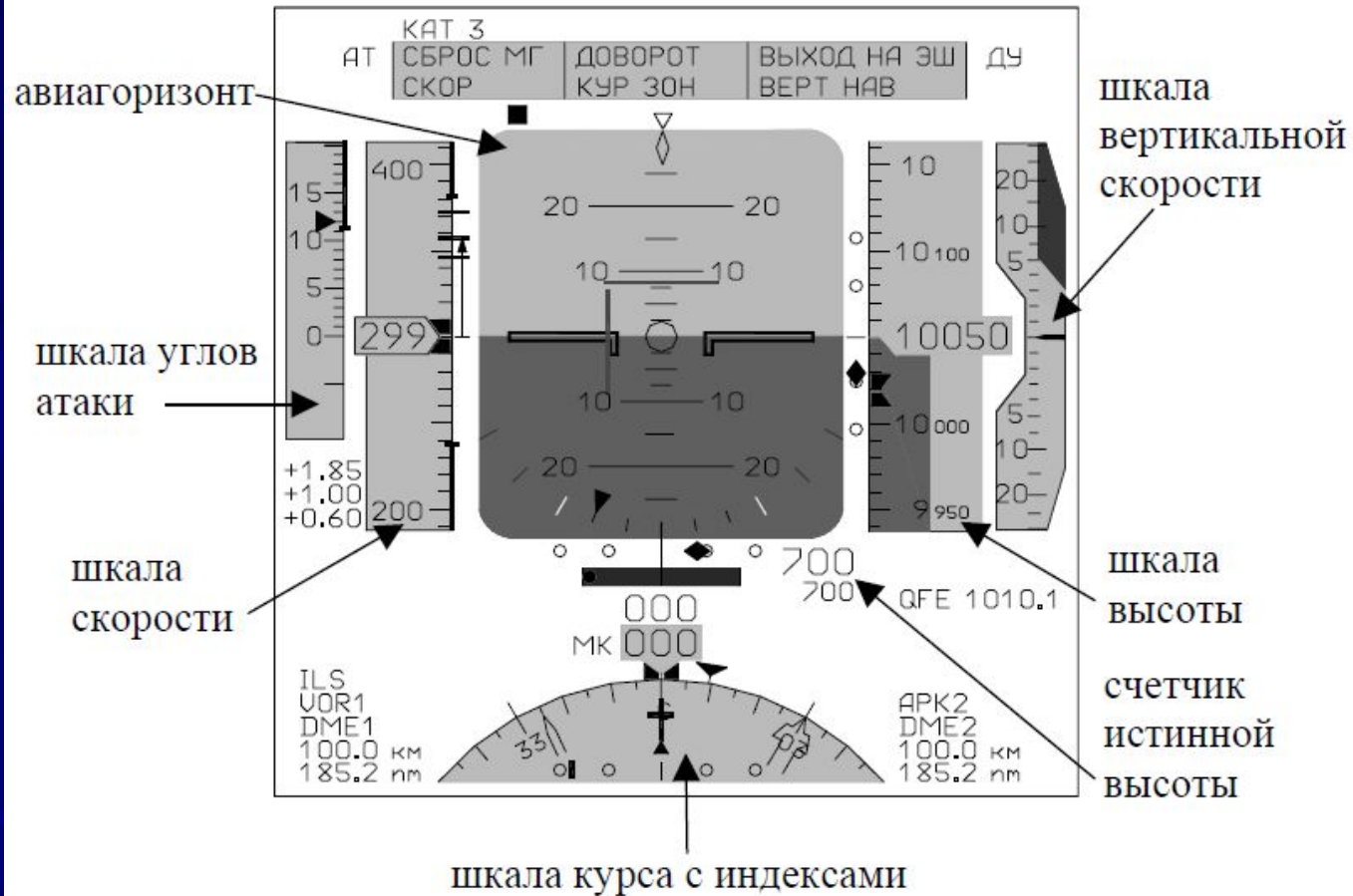


Рис.5.3. Т-образная компоновка пилотажно-навигационных параметров

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.

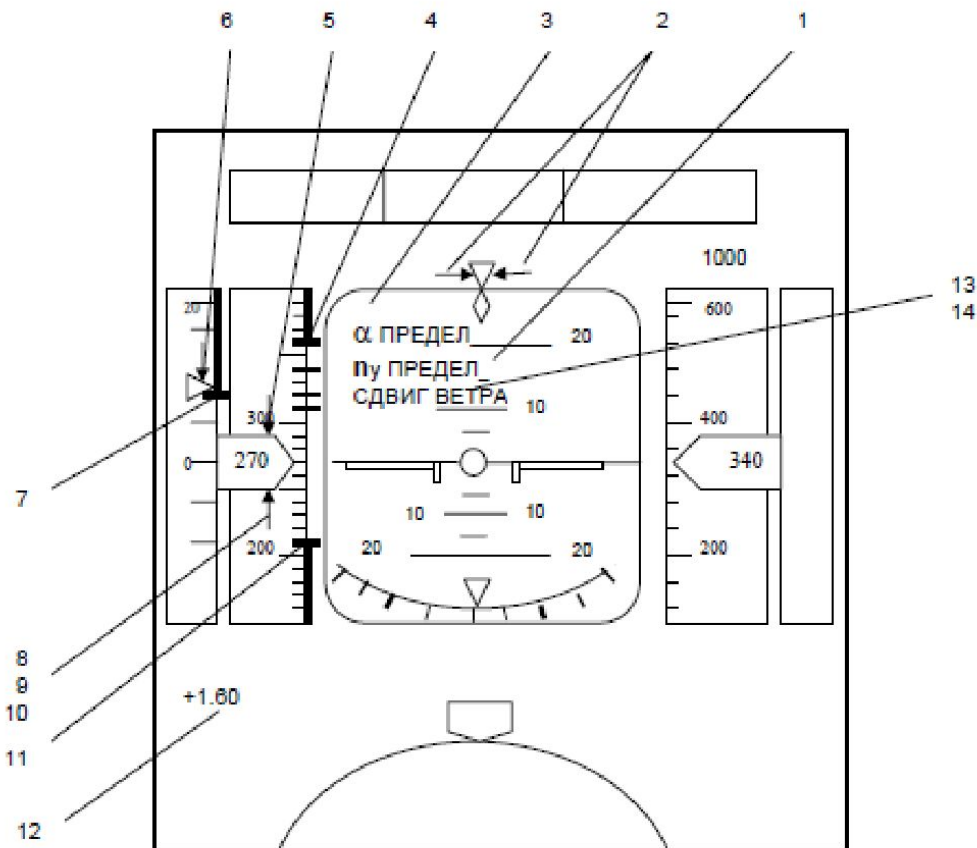
При нормальной работе СПКР-85 формирует признак готовности без уведомления экипажа. Признак неготовности СПКР-85 к взлету поступает в КИСС для отображения в кадре БЛОКИ.

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.

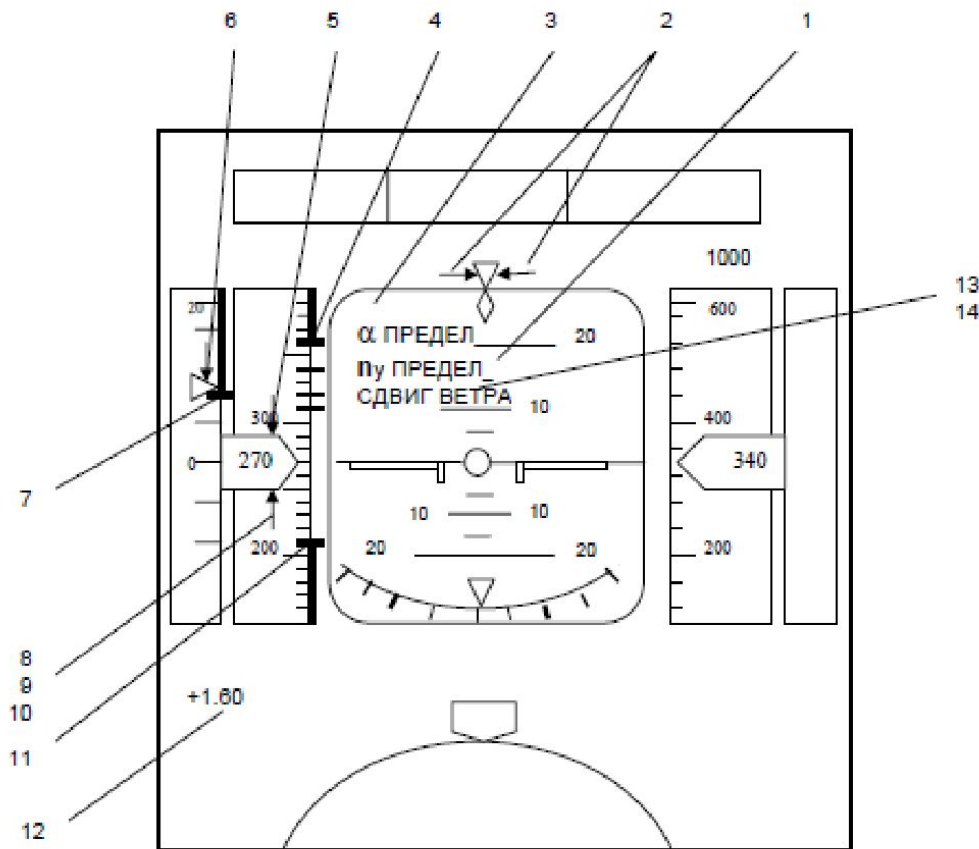
При достижении углом атаки и перегрузки своих допустимых значений $\alpha_{доп}$, $n_{у\ max}$ или $n_{у\ min}$ на КПИ №1 и №2 появляются мигающая стрелка красного цвета над индексом текущего угла атаки и над-писи красного цвета 3 и 1 « α ПРЕДЕЛ» и « n_y ПРЕДЕЛ», звучит тональный сигнал ГАИ.

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»;



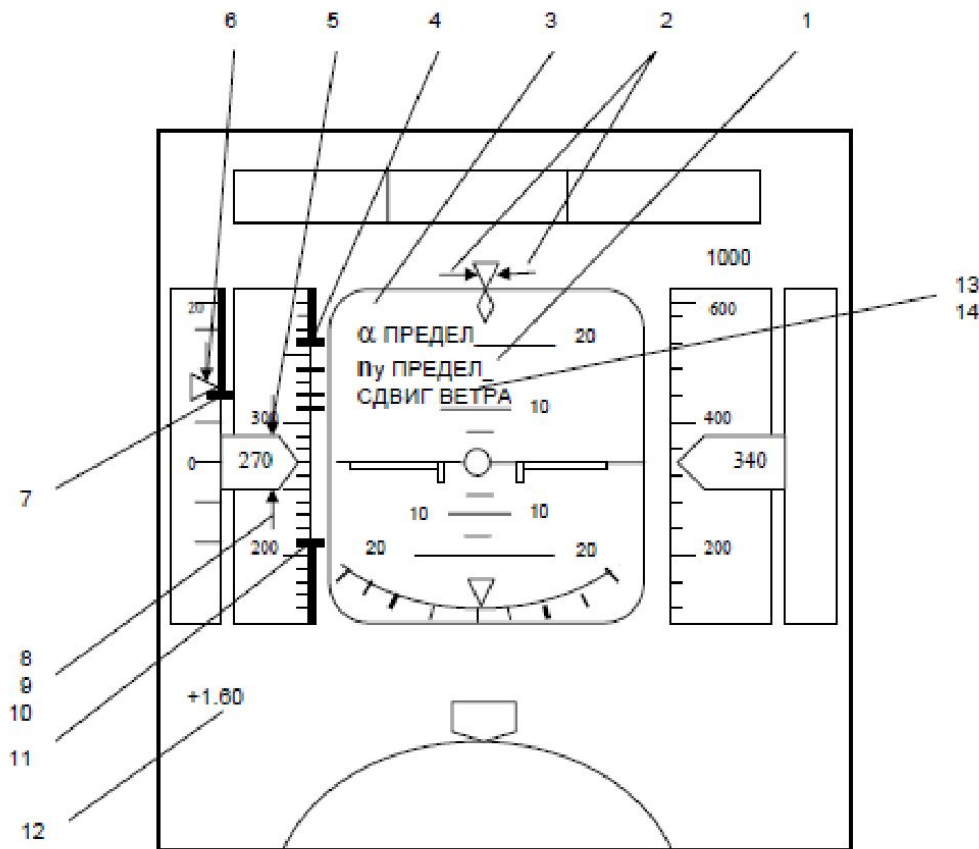
4,5 - индекс и сигнализатор максимально допустимой скорости $V_{\text{МАКС}}$
 11,8 - индекс и сигнализатор минимально допустимой скорости $V_{\text{МИН}}$

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.



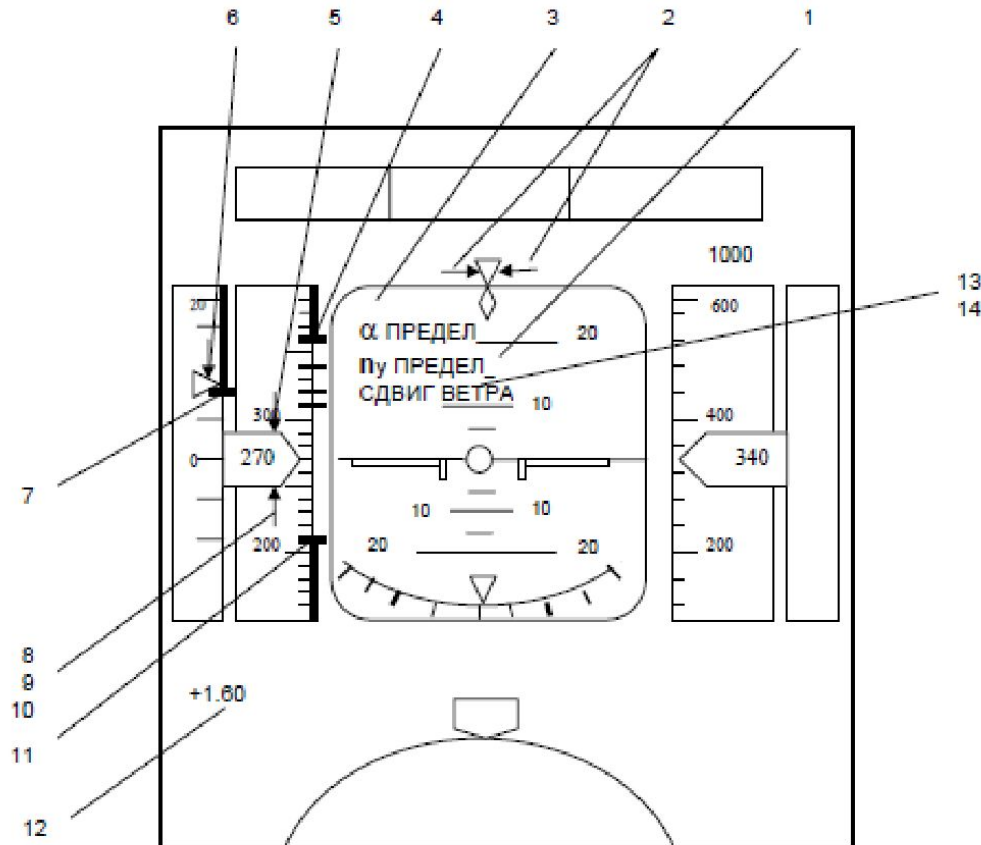
13 – сдвиг ветра

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

3. Режимы работы СПКР и сигнализация на КПИ

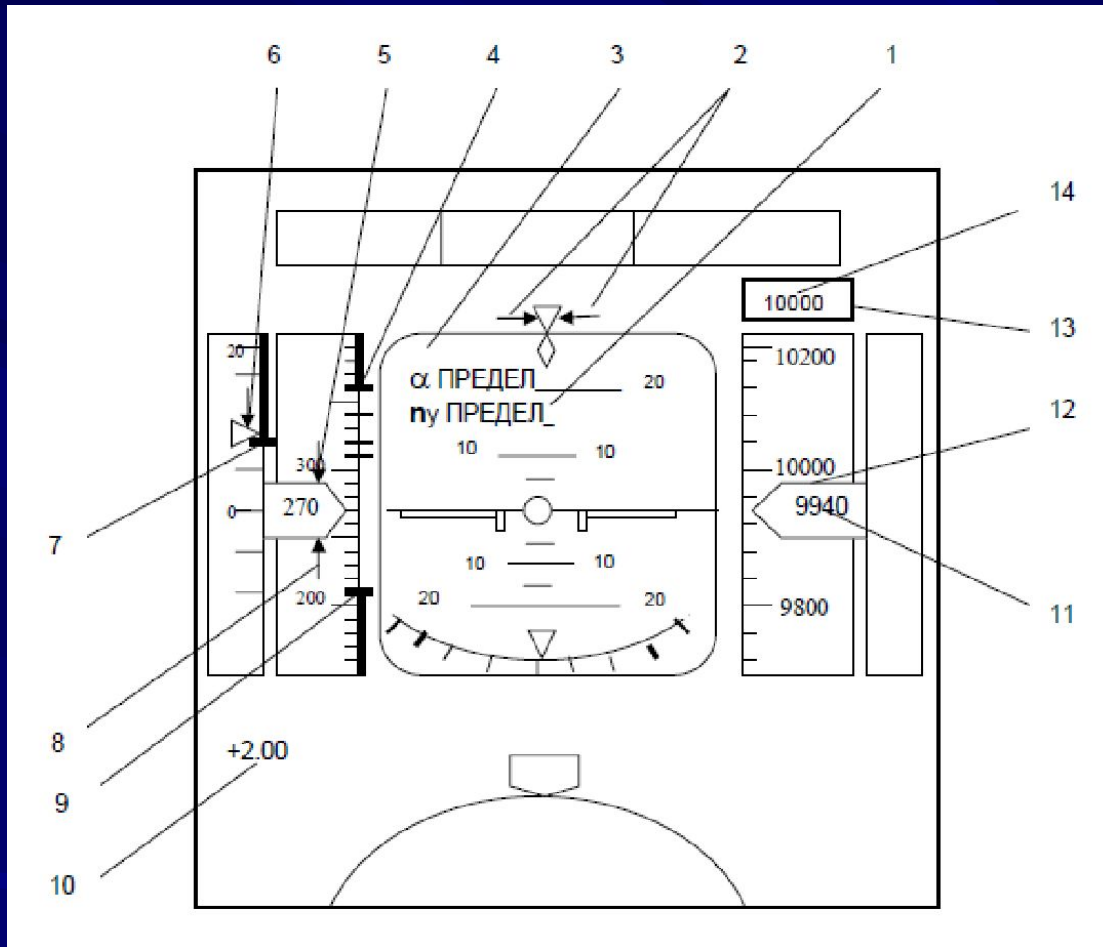
Работа. Режимы «Взлет», «Посадка», «Уход на 2 круг».

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

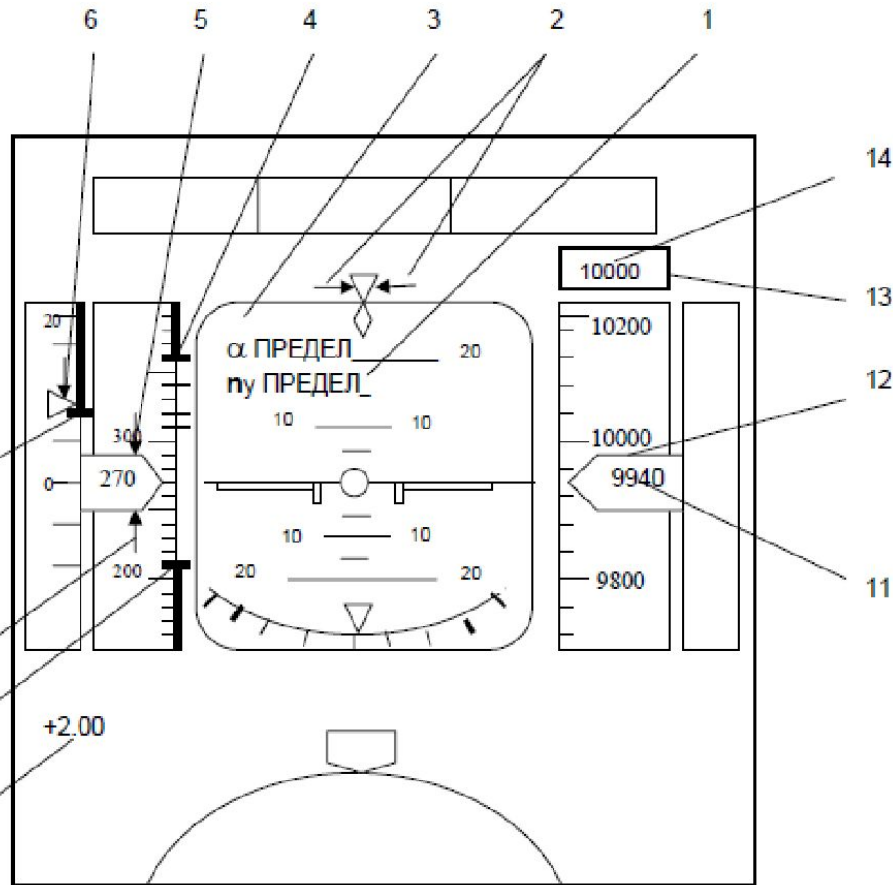


Работа. Режим полет по маршруту.

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



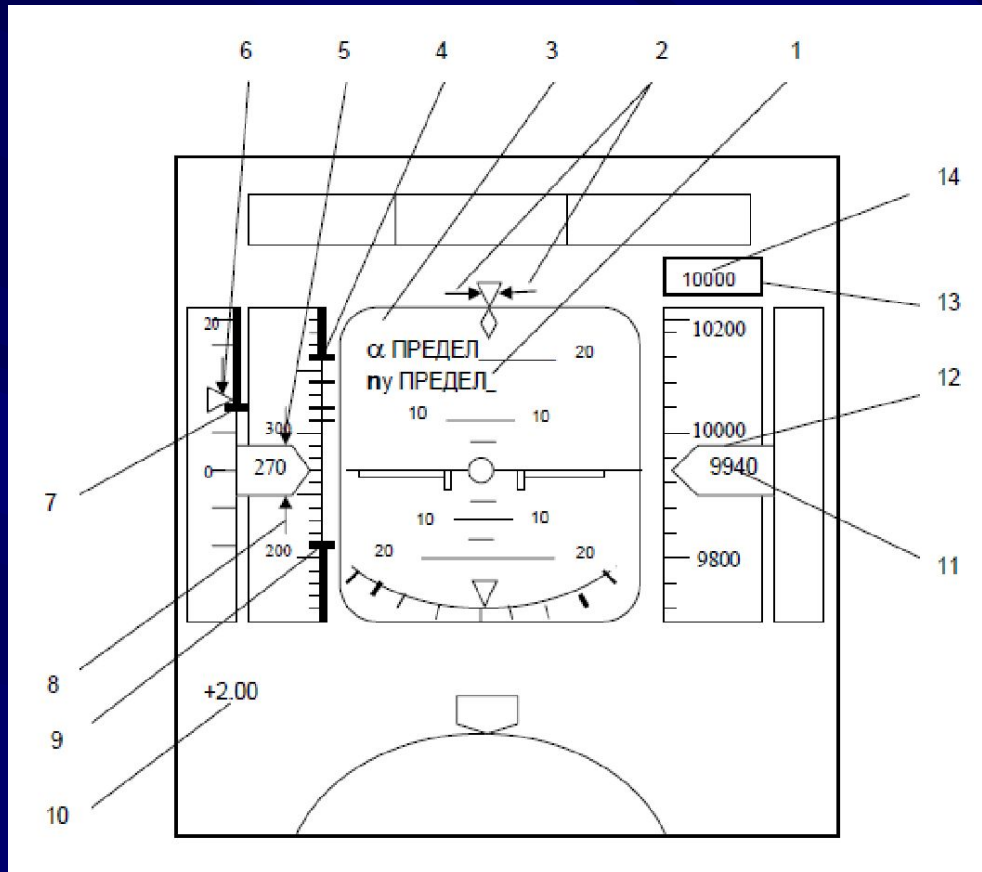
Работа.

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.

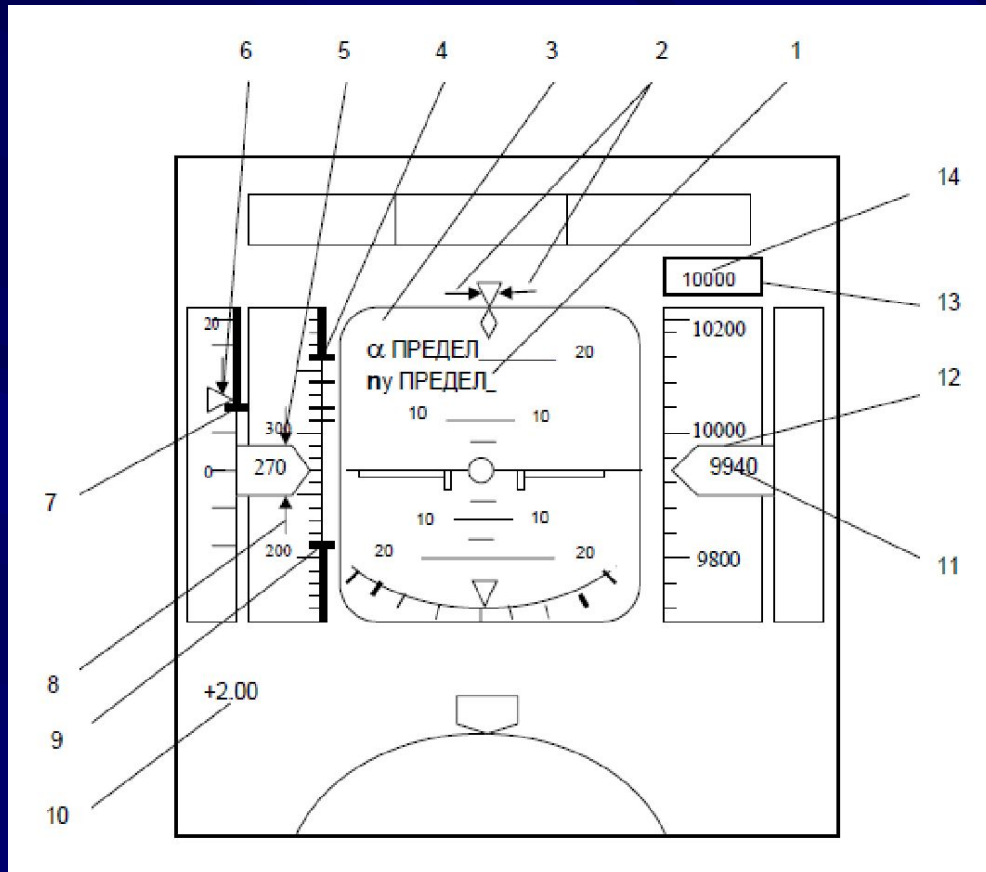
Режим полет по маршруту.

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.

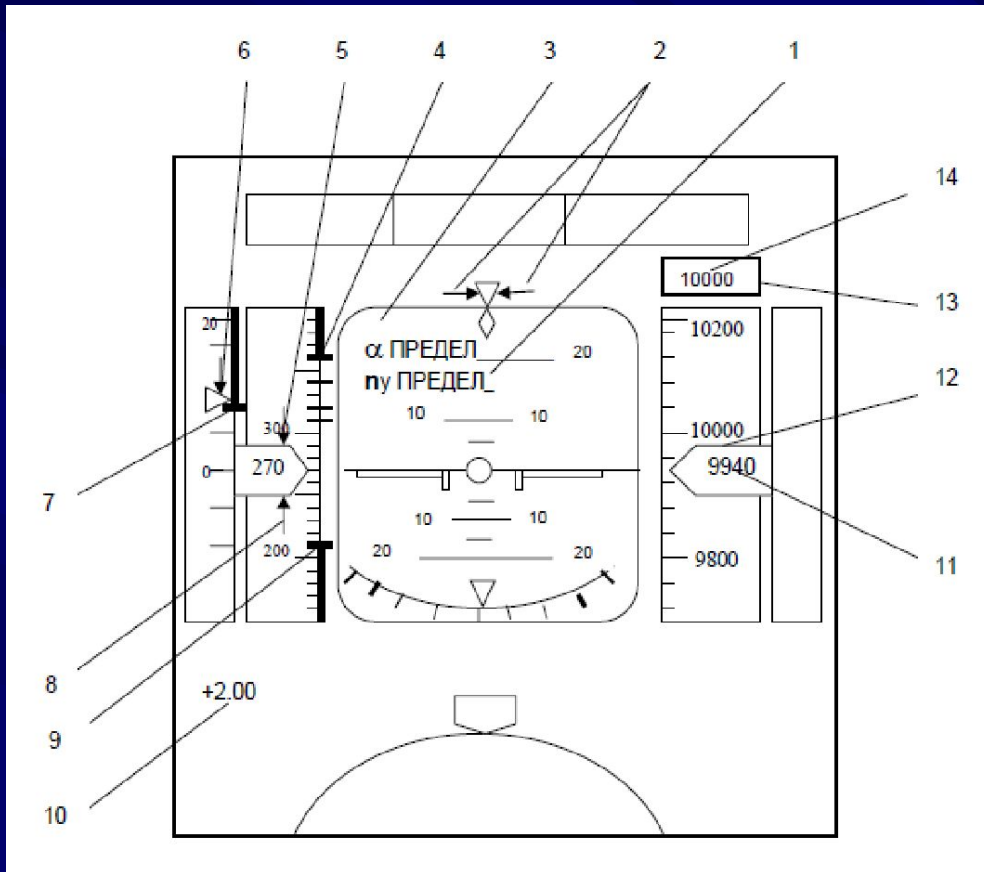
При отказе вычислителя СПКР-85 или функции контроля какого-либо параметра исчезает соответствующая индикация предельных параметров на соответствующем КПИ.

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