

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

Кафедра технической эксплуатации авиационных
электросистем и пилотажно-навигационных комплексов

АВИОНИКА САМОЛЕТА МС-21

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

Учебное пособие

Под редакцией С.В. Кузнецова

*Утверждено редакционно-
издательским советом МГТУ ГА
в качестве учебного пособия*

Москва
ИД Академии Жуковского
2023

УДК 629.7.05
ББК 0562
А20

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Московского государственного технического университета ГА

Рецензенты:

Габец В.Н. (МГТУ ГА) – канд. техн. наук;
Шишкин В.В. (ПАО «Аэрофлот») – канд. техн. наук

Авторский коллектив: д-р техн. наук, профессор Кузнецов С.В.;
канд. техн. наук, доцент Перегудов Г.Е.; канд. техн. наук Демченко А.Г.;
канд. техн. наук Марасанов Л.О., преподаватель Сизиков Д.О.

Авионика самолета МС-21. Комплексная система управления
[Текст] : учебное пособие / под ред. С.В. Кузнецова. – М. : ИД Академии Жуковского, 2023. – 80 с.

ISBN 978-5-907699-62-5

Учебное пособие издается в соответствии с рабочими программами учебных дисциплин «Авионика самолетов», «Управляющие системы авионики» по учебным планам для очного и заочного обучения по направлениям 25.03.02 и 25.04.02 «Техническая эксплуатация АЭС и ПНК» и специальности 25.05.05 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения. Организация ТОиР АиРЭО», «АЭС и авионика ВС» по направлению 25.03.01 «Техническая эксплуатация ЛА и АД».

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 10.03.2023 г. и методических советов 25.04.2023 г.

УДК 629.7.05
ББК 0562

Св. тем. план 2023 г.
поз. 25

Под редакцией Кузнецова Сергея Викторовича

**АВИОНИКА САМОЛЕТА МС-21.
КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ**

Учебное пособие

В авторской редакции

Подписано в печать 12.10.2023 г.

Формат 60x84/16 Печ. л. 5 Усл. печ. л. 4,65
Заказ № 976/0621-УП06 Тираж 30 экз.

Московский государственный технический университет ГА
125993, Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского
125167, Москва, 8-го Марта 4-я ул., д. 6А
Тел.: (495) 973-45-68 E-mail: zakaz@itsbook.ru

ISBN 978-5-907699-62-5

© Московский государственный технический
университет гражданской авиации, 2023

1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ

Общие сведения о работе КСУ

Назначение и состав

Комплексная система управления (КСУ) самолета предназначена для управления полетом и балансировки самолета посредством отклонения аэродинамических поверхностей самолета по командным сигналам экипажа, автоматического и директорного управления полетом.

КСУ самолета состоит из:

- органов ручного управления самолетом,
- органов автоматического управления самолетом,
- управления элеронами,
- управления рулем направления,
- управления рулем высоты,
- управления стабилизатором,
- управления закрылками,
- управления интерцепторами и воздушными тормозами,
- управления предкрылками,
- информационно-вычислительного комплекса КСУ.

1.1 Режимы работы КСУ

В рабочем состоянии КСУ может находиться в одном из двух режимов работы:

- "основной" режим работы:
 - ручное управление полетом,
 - автоматическое и директорное управление полетом и автоматическое управление тягой двигателей,
- "резервный" режим работы.

"Основной" режим работы

В "основном" режиме работы КСУ выполняются функции:

- обеспечение характеристик устойчивости и управляемости,
- защита от превышения максимальных эксплуатационных значений скорости полета,
 - защита от превышения заданных значений минимального и максимального угла тангажа в полете,
 - защита от превышения эксплуатационного диапазона угла крена,
 - ограничение угла атаки,
 - ограничение угла скольжения,
 - ограничение нормальной перегрузки,
 - ограничение угла отклонения руля направления и интерцепторов в зависимости от приборной скорости,

- ограничение углов тангажа и крена на взлетно-посадочных режимах с целью защиты от касания о поверхность ВПП хвостовой части фюзеляжа, крыла самолета или мотогондолы,
- автоматическая балансировка в продольном канале,
- стабилизация углового положения самолета по крену и тангажу при нейтральном положении рукоятки УБРУ и педалей ППУ,
- автоматическое увеличение тяги двигателя на режимах близких к сваливанию,
- автоматическое парирование возмущающих моментов, возникающих при отказе двигателя,
- автоматический выпуск интерцепторов и воздушных тормозов для торможения самолета на пробеге и прерванном взлете,
- компенсация возмущений по тангажу при выпуске интерцепторов и изменении режима работы двигателей,
- автоматическое и ручное управление интерцепторами в полете и на земле,
- автоматическое снижение нагрузок на конструкцию при маневрах,
- автоматическое управление механизацией крыла.

"Основной" режим в полном объеме реализуется при наличии всех необходимых сигналов от взаимодействующих систем, при исправности двух и более вычислителей основного режима.

В основном режиме управления модули вычислительные (МВ) и модули управления приводами (МУП) путем формирования командных сигналов на приводы руля высоты, элеронов, руля направления, интерцепторов, воздушных тормозов, горизонтального стабилизатора и механизации крыла, а также сигналов в систему автоматического управления тягой, обеспечивают:

- приемлемые характеристики устойчивости и управляемости,
- эффективную защиту самолета от непреднамеренного выхода за границы эксплуатационной области режимов полета,
- приемлемый уровень комфорта управления.

При потере отдельных входных сигналов от взаимодействующих систем или внутренних сигналов в КСУ происходит реконфигурация (упрощение) основного режима. В алгоритмах КСУ реконфигурация осуществляется либо восстановлением значения отказавшего сигнала по значениям других сигналов (или их комбинаций), либо переключением отказавшего сигнала на постоянное значение. При этом возможно ухудшение точности работы функций или их отказ, но уровень характеристик устойчивости и управляемости самолета обеспечивает безопасное продолжение и завершение полета.

"Основной" режим КСУ обеспечивает возможность ручного и автоматического управления самолетом.

При ручном управлении полетом командные сигналы от органов управления в кабине экипажа через МУП поступают в вычислители основного режима модулей МВ. Эти сигналы и сигналы от взаимодействующих

внешних систем обрабатываются в вычислителях основного режима по алгоритму "основного режима", в результате чего формируются сигналы заданного положения аэродинамических поверхностей, которые через МУП поступают на исполнительные приводы аэродинамических поверхностей (рис. 1).

При автоматическом и директорном управлении полетом и автоматическом управлении тягой двигателей командные сигналы формируют вычислители САУ, расположенные в МВ левого блока управления КСУ (БУ КСУ). По сигналам от пульта управления САУ и сигналам от системы измерения высотно-скоростных параметров (СИБСП), инерциальной навигационной системы (IRS) и вычислительной системы самолетоуправления (FMS), вычислители САУ формируют командные сигналы эквивалентные командным сигналам перемещения органов управления в кабине экипажа. Дальнейшая схема работы КСУ идентична схеме работы при ручном управлении полетом. Сформированные командные сигналы САУ и сигналы взаимодействующих систем обрабатываются в вычислителях основного режима (МВ) для формирования сигналов заданного положения аэродинамических поверхностей, которые через МУП поступают на исполнительные приводы аэродинамических поверхностей.

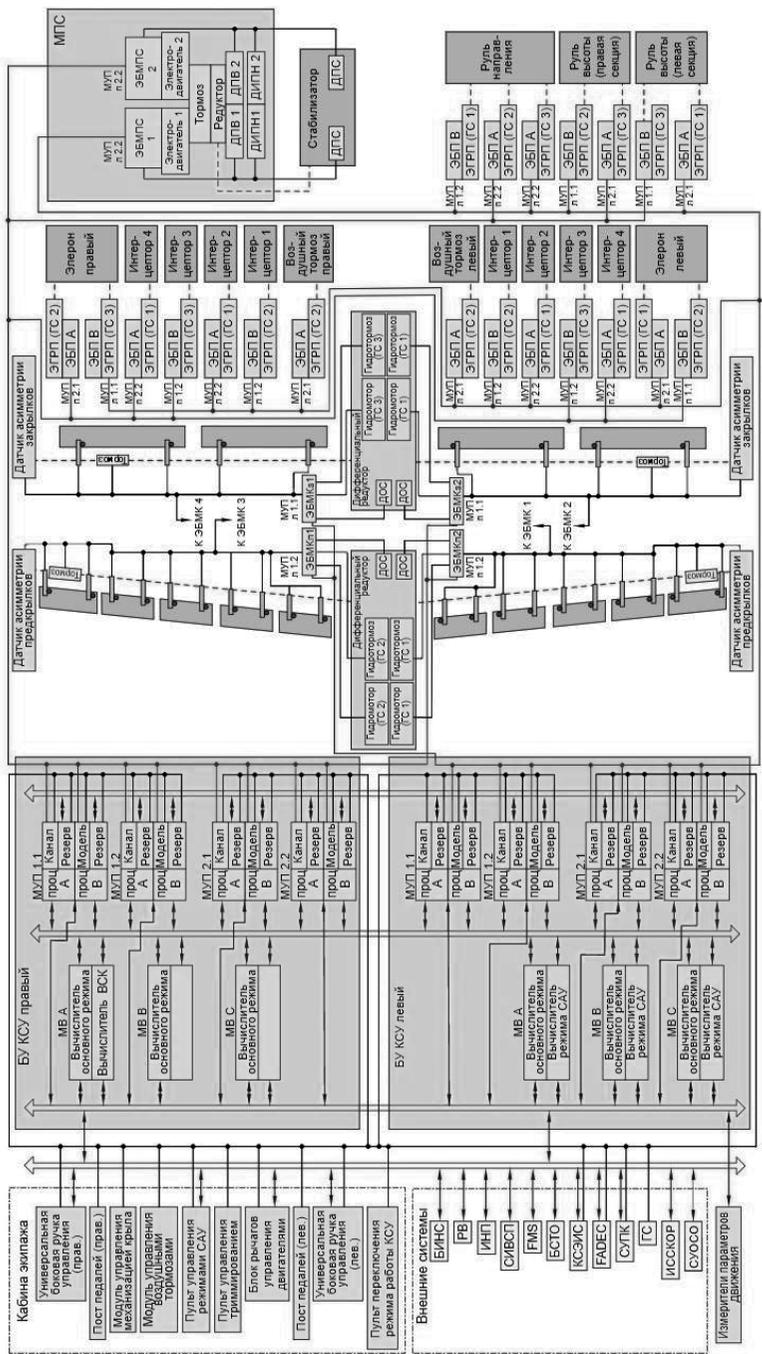
Сигналы заданного положения аэродинамических поверхностей поступают из МВ по скоростным последовательным каналам на устройства кворумирования в МУП. После МУП кворумированные сигналы управления передаются по цифровым каналам в электронные блоки приводов рулей (ЭБП), механизации крыла (ЭБМК) и механизма перестановки стабилизатора (ЭБМПС).

"Резервный" режим работы

В "резервном" режиме работы КСУ выполняются функции:

- управление по крену, тангажу и рысканию,
- демпфирование по крену, тангажу и рысканию,
- перекрестная связь между элеронами и рулем направления,
- ручная балансировка от пульта управления триммированием,
- ручное управление механизацией крыла,
- ручное управление интерцепторами и воздушными тормозами,
- автоматическая компенсация момента от выпуска интерцепторов за счет отклонения руля высоты,
- предупреждение о приближении к максимальному углу атаки посредством тактильной сигнализации УБРУ по сигналу от БРЭО.

"Резервный" режим необходим на случай аппаратного отказа более четырех МВ или при наличии критических программных ошибок в исходном коде основного режима управления.



— Аналоговая линия связи
 - - - - - ARINC 429
 ····· Механическая связь

— Скоростой последовательный канал
 ● Датчики переоса секций механизации крыла
 — Механическая связь
 - - - - - Механическая связь

Рисунок 1 Упрощенная принципиальная блок-схема КСУ

Переход в резервный режим может выполняться автоматически или осуществляться вручную экипажем.

"Резервный" режим работы КСУ включается автоматически при условиях:

- потеря информации от трех систем IRS,
- отказ четырех МВ в блоках управления КСУ по аппаратной части,
- отказ двух МВ в блоках управления КСУ в части программного обеспечения.

"Резервный" режим работы КСУ включается вручную от пульта переключения режима работы.

"Резервный" режим работы КСУ реализуется в вычислителях МУП и использует минимальный набор входных сигналов: перемещения рычагов управления, кнопки триммеров, положение механизации крыла и стабилизатора, признаки обжатия опор шасси и раскрутки колес, собственные датчики угловых скоростей.

Основной задачей "резервного" режима является обеспечение пилотажных характеристик, достаточных для безопасного завершения полета. "Резервный" режим является максимально надежным с минимальной зависимостью от внешних информационных систем.

1.2 Взаимодействие с другими системами

КСУ взаимодействует с:

- комплексом бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО):
 - инерциальной навигационной системой (IRS),
 - радиовысотомерами (RA),
 - системой измерения высотно-скоростных параметров (СИБСП),
 - системой самолетовождения (FMS),
 - бортовой системой технического обслуживания (БСТО),
 - системой электронной индикации и сигнализации по силовой установке и самолетным системам (EICAS),
- электронной системой управления двигателем (FADEC);
- системой управления поворотом колес передней опоры шасси (СУПК ПОШ);
- системой электроснабжения (СЭС);
- гидравлической системой (ГС);
- интегрированной системой сбора комплексной обработки и регистрации (ИССКОР);
- блоком регулировки яркости системы освещения (LSDU);
- системой управления общесамолетным оборудованием (СУОСО).

Реконфигурация сигналов "основного" режима при контролируемых отказах входных сигналов

Реконфигурация сигналов высотно-скоростных параметров:

- при отказе сигнала приборной скорости значение $V_{пр}$ принимается равной:

- 260 км/ч при $\delta_3 > 3^\circ$,
- 450 км/ч при $\delta_3 \leq 3^\circ$,

а также выполняется реконфигурация контура управления руля направления;

- при отказе сигнала истинной скорости значение $V_{ист}$ принимается равной:

- 260 км/ч при $\delta_3 > 3^\circ$,
- 700 км/ч при $\delta_3 \leq 3^\circ$;

- при отказе сигнала числа М его значение принимается равным:

- 0,21 при $\delta_3 > 3^\circ$,
- 0,7 при $\delta_3 \leq 3^\circ$;

- при отказе сигнала барометрической высоты $H_{бар}$ запоминается его последнее достоверное значение,

- при отказе сигнала статического давления $P_{ст}$ запоминается его последнее достоверное значение,

- при отказе сигнала температуры наружного воздуха $T_{нв}$ запоминается его последнее достоверное значение,

- при отказе сигнала угла атаки значение α принимается равным 0, отключается ограничитель угла атаки,

- при отказе сигнала угла скольжения значение β принимается равным 0, отключается ограничитель угла скольжения.

Реконфигурация сигналов угла тангажа и крена:

- при отказе сигнала угла тангажа значение ϑ принимается равным 0, отключается ограничитель угла тангажа, отключается режим стабилизации тангажа,

- при отказе сигнала угла крена значение γ принимается равным 0, отключается ограничитель угла крена, отключается режим стабилизации крена.

Реконфигурация сигналов угловых скоростей от IRS:

- при отказе сигнала угловой скорости крена значение ω_x принимается равным 0, отключается режим стабилизации крена,

- при отказе сигнала угловой скорости рысканья значение ω_y принимается равным 0,

- при отказе сигнала угловой скорости тангажа или совместного отказа сигналов угловой скорости крена и рыскания выполняется переход на "резервный" режим управления.

Реконфигурация сигналов перегрузок от IRS:

- при отказе сигнала нормальной перегрузки и достоверности сигнала ω_z значение n_y рассчитывается по упрощенному алгоритму, $n_y = (V_{ист} * \omega_z / g) + 1$,

- при отказе сигнала боковой перегрузки значение n_z принимается равным 0.

Реконфигурация сигналов положения механизации крыла:

- при отказе сигнала о положении закрылков запоминается их последнее достоверное значение, которое не меняется при перемещении летчиком рукоятки модуля управления механизацией крыла,
- при отказе сигнала о положении предкрылков запоминается их последнее достоверное значение, которое не меняется при перемещении летчиком рукоятки управления механизацией.

Реконфигурация сигналов радиовысотомера, положения стабилизатора и текущего веса:

- при отказе сигнала радиовысотомера значение $H_{ист}$ принимается равным 100 м,
- при отказе сигнала положения стабилизатора значение угла отклонения стабилизатора $\varphi_{ст}$ принимается равным 1° ,
- при отказе сигнала текущей скорости перемещения стабилизатора его значение принимается равным $0^\circ/с$,
- при отказе сигнала текущего веса $G_{тек}$ запоминается последнее достоверное значение.

Реконфигурация сигналов обжатия основных стоек шасси:

- при отказе сигнала обжатия одной основной опоры шасси (ООШ) он восстанавливается по сигналу обжатия другой стойки,
- при отказе двух сигналов обжатия ООШ они восстанавливаются по информации о приборной скорости $V_{пр}$.

Реконфигурация сигналов от систем двигательной установки. При отказе сигналов оборотов компрессора низкого давления правого или левого двигателя значения $n_{1 пр}$ или $n_{1 лев}$ принимается равным 0.

Реконфигурация сигналов от рычагов управления:

- при отказе сигнала с кнопки триммера STAB его значение принимается равным 0,
- при отказе сигнала с кнопки триммера AIL его значение принимается равным 0,
- при отказе сигнала с кнопки RUD RESET его значение принимается равным 0,
- при отказе сигнала рукоятки модуля управления воздушными тормозами его значение принимается равным 0 (соответствует положению ARM),
- при отказе сигнала рукоятки модуля управления механизацией крыла, сохраняется значение, предшествующее отказу,
- при отказе сигнала с кнопки-табло STBY FLAP CONTROL его значение принимается равным 0.

Реконфигурация группы сигналов от автопилота. При отсутствии признака автоматического управления:

- значение сигнала управления автопилота в виде заданной перегрузки принимается равным 0,

- значение сигнала управления автопилота по крену принимается равным 0,
- значение сигнала балансировки автопилота по крену принимается равным 0,
- значение сигнала управления автопилота по рысканию принимается равным 0,
- значение сигнала балансировки автопилота по рысканию принимается равным 0.

Реконфигурация сигналов "резервного" режима при контролируемых отказах входных сигналов

Реконфигурация сигналов "резервного" режима происходит при контролируемых отказах входных сигналов. При этом в алгоритмах данного режима управления происходит реконфигурация за счет того, что отказавшие сигналы заменяются постоянными значениями.

Перечень реконфигурируемых сигналов "резервного" режима управления приведен в табл.1.

Таблица 1. Перечень реконфигурируемых сигналов "резервного" режима управления

№ п/п	Отказ сигнала	Реконфигурация при отказе сигнала
1	Отказ сигнала положения УБРУ по тангажу	Сигнал положения УБРУ по тангажу принимается равным 0. Привод руля высоты переводится в режим "демпфирования".
2	Отказ сигнала положения УБРУ по крену	Сигнал положения УБРУ по крену принимается равным 0. В канале управления элероном привод переводится в режим "демпфирования". В канале управления рулем направления привод переводится в режим "демпфирования".
3	Отказ сигнала положения педалей ППУ	Сигнал положения педалей ППУ принимается равным 0. Привод руля направления переводится в режим "демпфирования".
4	Отказ сигнала рукоятки модуля управления воздушными тормозами	Запоминается последнее достоверное значение сигнала положения рукоятки модуля управления воздушными тормозами.
5	Отказ сигнала рукоятки мо-	Сигнал положения рукоятки модуля управ-

№ п/п	Отказ сигнала	Реконфигурация при отказе сигнала
	дуля управления механизацией крыла	ления механизацией крыла принимается равным 0.
6	Отказ сигнала угловой скорости крена ω_x	Сигнал угловой скорости крена ω_x принимается равным 0. Появляется признак отказа ω_x .
7	Отказ сигнала угловой скорости рыскания ω_y	Сигнал угловой скорости рыскания ω_y принимается равным 0. Появляется признак отказа ω_y .
8	Отказ сигнала угловой скорости тангажа ω_z	Сигнал угловой скорости тангажа ω_z принимается равным 0. Появляется признак отказа ω_z .
9	Отказ сигнала угла выпуска-уборки закрылков δ_3	Запоминается последнее достоверное значение сигнала угла выпуска-уборки закрылков δ_3 .
10	Отказ сигнала угла выпуска-уборки предкрылков $\delta_{пр}$	Запоминается последнее достоверное значение сигнала угла выпуска-уборки предкрылков $\delta_{пр}$.
11	Отказ сигнала обжатия левой ООШ	Сигнал обжатия левой ООШ принимается равным 0.
12	Отказ сигнала обжатия правой ООШ	Сигнал обжатия правой ООШ принимается равным 0.
13	Отказ сигнала триммирования руля высоты	Сигнал триммирования руля высоты принимается равным 0.
14	Отказ сигнала триммирования элеронов	Сигнал триммирования элеронов принимается равным 0.
15	Отказ сигнала триммирования руля направления	Сигнал триммирования руля направления принимается равным 0.
16	Отказ сигнала угла отклонения стабилизатора $\varphi_{ст}$	Запоминается последнее достоверное значение сигнала угла отклонения стабилизатора $\varphi_{ст}$.

1.3 Индикация и схема КСУ

Индикация работы и состояния КСУ выполняется на индикаторах центральной системы индикации в кабине экипажа (EICAS):

- пилотажный индикатор PFD

- индикатор основных параметров маршевой силовой установки МСУ и предупреждений экипажа комплексного кадра EWD
 - индикатор состояния систем, синоптической страницы FCS.
- Упрощенная принципиальная блок-схема КСУ приведена на рис. 1.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначена комплексная система управления (КСУ) самолета?
2. По каким сигналам работает КСУ?
3. Из чего состоит КСУ?
4. Из каких систем управления состоит КСУ?
5. В каких режимах может находиться КСУ в рабочем состоянии КСУ?
6. Какие подрежимы предусматривает основной режим работы КСУ?
7. Какие функции выполняются в основном режиме работы КСУ?
8. При соблюдении какого условия реализуется основной режим в полном объеме?
9. Каким образом модули вычислительные (МВ) и модули управления приводами (МУП) обеспечивают решение основных задач?
10. Что обеспечивают модули вычислительные (МВ) и модули управления приводами (МУП)?
11. Что происходит при потере отдельных входных сигналов от взаимодействующих систем или внутренних сигналов?
12. Как осуществляется реконфигурация в алгоритмах КСУ?
13. Что происходит после реконфигурации в алгоритмах КСУ?
14. Что обеспечивает основной режим КСУ?
15. Что происходит в КСУ при ручном управлении полетом в основном режиме?
16. Что происходит в КСУ при автоматическом и директорном управлении полетом и автоматическом управлении тягой двигателей?
17. По каким сигналам вычислители САУ формируют командные сигналы эквивалентные командным сигналам перемещения органов управления в кабине экипажа?
18. Эквивалентные чему вычислители САУ формируют командные сигналы?
19. Что происходит в КСУ при автоматическом и директорном управлении полетом и автоматическом управлении тягой двигателей?
20. Где обрабатываются сформированные командные сигналы САУ и сигналы взаимодействующих систем?
21. Куда поступают сформированные командные сигналы САУ и сигналы взаимодействующих систем, преобразованные в МВ?
22. Откуда и куда поступают сигналы заданного положения аэродинамических поверхностей?
23. По каким каналам сигналы заданного положения аэродинамических поверхностей поступают из МВ в МУП?

24. По каким каналам кворумированные сигналы управления из МУП передаются в электронные блоки приводов?
25. Куда передаются кворумированные сигналы управления?
26. Какие функции выполняются в "резервном" режиме работы КСУ?
27. На какие случаи необходим резервный режим?
28. Как может осуществляться переход в резервный режим?
29. При каких условиях резервный режим работы КСУ включается автоматически?
30. Как резервный режим работы КСУ включается вручную?
31. Как реализуется резервный режим работы КСУ?
32. Каков минимальный набор входных сигналов для резервного режима работы КСУ?
33. Какова основная задача резервного режима?
34. Каковы основные свойства резервного режима?
35. С какими системами взаимодействует КСУ?
36. Как происходит реконфигурация сигналов основного режима по высотно-скоростным параметрам?
37. Как происходит реконфигурация основного режима по сигналам угла тангажа и крена?
38. Как происходит реконфигурация основного режима по сигналам угловых скоростей от IRS?
39. Как происходит реконфигурация основного режима по сигналам перегрузок от IRS?
40. Как происходит реконфигурация основного режима по сигналам положения механизации крыла?
41. Как происходит реконфигурация основного режима по сигналам радиовысотомера?
42. Как происходит реконфигурация основного режима по сигналам положения стабилизатора ?
43. Как происходит реконфигурация основного режима по сигналам текущего веса?
44. Как происходит реконфигурация основного режима по сигналам обжатия основных стоек шасси?
45. Как происходит реконфигурация основного режима по сигналам от систем двигательной установки происходит...
46. Реконфигурация основного режима по сигналам от рычагов управления?
47. Как происходит реконфигурация основного режима по сигналам от рычагов управления?
48. Как происходит реконфигурация основного режима по группе сигналов от автопилота при отсутствии признака автоматического управления?
49. В каких случаях происходит реконфигурация сигналов резервного режима?
50. Как происходит реконфигурация сигналов резервного режима?

51. Что происходит при отказе сигнала положения УБРУ по тангажу?
52. Что происходит при отказе сигнала положения УБРУ по крену?
53. Что происходит при отказе сигнала положения педалей ППУ?
54. Что происходит при отказе сигнала рукоятки модуля управления воздушными тормозами?
55. Что происходит при отказе сигнала рукоятки модуля управления механизацией крыла?
56. Что происходит при отказе сигнала угловой скорости крена ω_x ?
57. Что происходит при отказе сигнала угловой скорости рыскания ω_y ?
58. Что происходит при отказе сигнала угловой скорости тангажа ω_z ?
59. Что происходит при отказе сигнала угла выпуска-уборки закрылков δ_z ?
60. Что происходит при отказе сигнала угла выпуска-уборки предкрылков $\delta_{пр}$?
61. Что происходит при отказе сигнала обжатия левой ООШ?
62. Что происходит при отказе сигнала обжатия правой ООШ?
63. Что происходит при отказе сигнала триммирования руля высоты?
64. Что происходит при отказе сигнала триммирования элеронов?
65. Что происходит при отказе сигнала триммирования руля направления?
66. Что происходит при отказе сигнала угла отклонения стабилизатора $\varphi_{ст}$?
67. Где выполняется индикация работы и состояния КСУ?
68. Какие индикаторы используются для индикации работы и состояния КСУ?

2. УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕРОНАМИ

Элероны предназначены для управления и балансировки самолета по крену, а также снижения маневренных нагрузок на крыло в поперечном канале при автоматическом и ручном управлении самолетом.

Контур управления элеронами КСУ состоит из:

- универсальной боковой ручки управления (УБРУ) - 2 шт,
- пульта управления триммированием (ПУТ),
- пульта управления САУ (ПУ),
- информационно-вычислительного комплекса (ИВК),
- электрогидравлического рулевого привода (ЭГРП) - 4 шт.

Принципиальная блок-схема контура управления элеронами приведена на рис. 2.

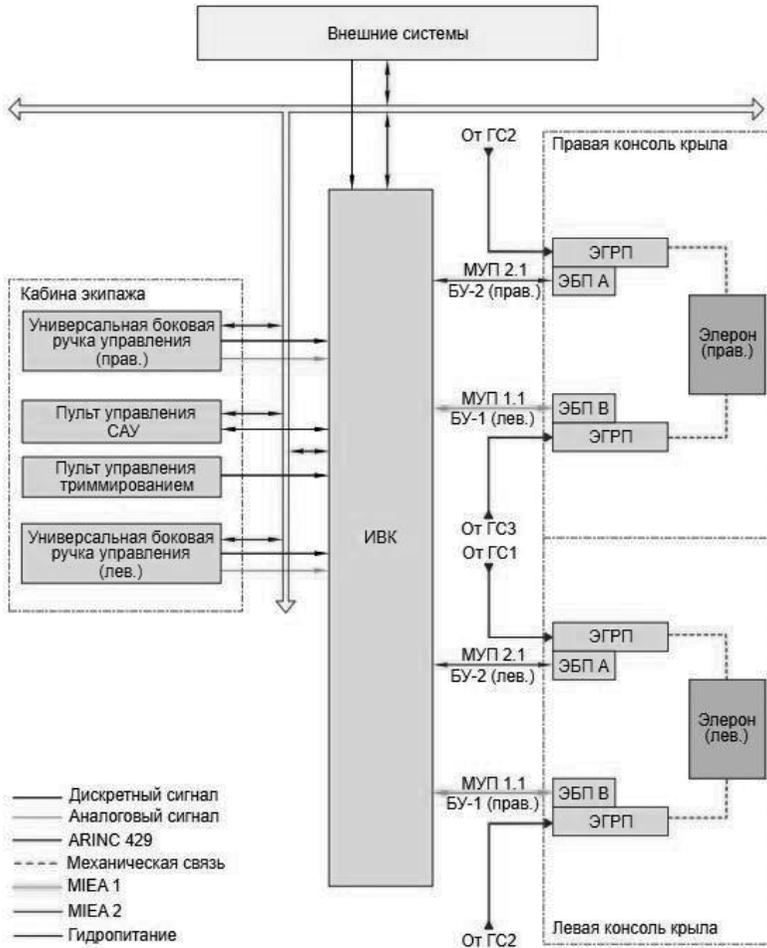


Рисунок 2. Принципиальная блок-схема контура управления элеронами

Диапазон угла отклонения элеронов от УБРУ составляет от $25,0^\circ$ до минус $25,0^\circ$.

Диапазон триммирования элеронов от ПУТ составляет от $20,0^\circ$ до минус $20,0^\circ$.

Управление элеронами вручную выполняется с помощью УБРУ, при отклонении рукоятки УБРУ влево/вправо. Также управление элеронами возможно при помощи переключателя TRIM пульта ПУТ.

Командный сигнал для отклонения элеронов формируется в кабине экипажа и поступает в БУ КСУ информационно-вычислительного комплекса

(ИВК) (рис. 2). БУ КСУ обрабатывают данный сигнал в зависимости от информации поступающей от внешних систем. Управляющий сигнал для работы ЭГРП элеронов поступает от БУ КСУ (из модулей управления приводов (МУП)) в электронные блоки приводов (ЭБП).

На каждом элероне установлено по два ЭГРП. Один ЭГРП работает в "активном" режиме, второй - в режиме "демпфирования".

В случае отказа одного ЭГРП элерона, второй привод действует как резервный. Неисправный привод переключается в режим "демпфирования" и на синоптической странице FCS подсвечивается в виде индикатора янтарного цвета. В перечне неисправных систем INOP SYS страницы состояния STATUS высвечиваются сообщения янтарного цвета: L AIL IB ACT, R AIL IB ACT, L AIL OB ACT, R AIL OB ACT.

В случае отказа двух ЭГРП одного элерона, они переключаются в режим "демпфирования" для предотвращения флаттера. При этом на комплексном кадре EWD отображается сообщение FCS L AIL FAULT или FCS R AIL FAULT.

Гидропитание ЭГРП элеронов выполняется от трех независимых гидросистем номинальным давлением 20,68 МПа (3000 psi). Упрощенная принципиальная схема гидропитания приводов элеронов приведена в [1].

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначены элероны?
2. Что включает контур управления элеронами КСУ?
3. Контур управления элеронами КСУ включает:
4. Диапазон угла отклонения элеронов от УБРУ составляет
5. Диапазон триммирования элеронов от ПУТ составляет
6. Управление элеронами вручную выполняется с помощью УБРУ при...
7. Управление элеронами возможно при...
8. Как формируется и куда поступает командный сигнал для отклонения элеронов?
9. Какую функцию выполняют блоки управления БУ КСУ?
10. Откуда поступает управляющий сигнал для работы ЭГРП элеронов?
11. Куда поступает управляющий сигнал для работы ЭГРП элеронов?
12. Сколько ЭГРП установлено на каждом элероне?
13. Как организованы режимы работы двух ЭГРП?
14. Что происходит в случае отказа одного ЭГРП элерона?
15. Что происходит в случае отказа одного ЭГРП элерона?
16. Что происходит в случае отказа одного ЭГРП элерона?
17. Какие сообщения высвечиваются в перечне неисправных систем INOP SYS страницы состояния STATUS?
18. Что происходит в случае отказа двух ЭГРП одного элерона?
19. Что происходит в случае отказа двух ЭГРП одного элерона?
20. Откуда обеспечивается гидропитание ЭГРП элеронов?
21. Каким давлением обеспечивается гидропитание ЭГРП элеронов?

3 УПРАВЛЕНИЕ РУЛЕМ НАПРАВЛЕНИЯ

Руль направления предназначен для управления и балансировки самолета по курсу при ручном ("основном" и "резервном" режимах работы КСУ) и автоматическом управлении самолетом (в том числе на разбеге и пробеге). Отклонение руля направления возможно использовать как резервное управление самолетом по крену.

На разбеге и пробеге по ВПП, система управления рулем направления выдает сигналы о перемещении педалей ППУ в систему управления поворотом колес передней опоры шасси (СУПК ПОШ) для дополнительного управления по направлению передней опоры шасси.

Контур управления рулем направления КСУ состоит из:

- поста педалей управления (ППУ) - 2 шт.
- пульта управления триммированием
- пульта управления САУ
- информационно-вычислительного комплекса
- электрогидравлического рулевого привода - 3 шт.

Принципиальная блок-схема контура управления рулем направления приведена на рис. 3.

Диапазон угла отклонения руля направления от ППУ составляет от $34,5^\circ$ до минус $34,5^\circ$.

При углах выпуска-уборки предкрылков менее $17,0$ диапазон триммирования руля направления от ПУТ составляет от $3,45$ до минус $3,45^\circ$.

При углах выпуска-уборки предкрылков более $17,0^\circ$ диапазон триммирования руля направления от ПУТ составляет от $11,5$ до минус $11,5^\circ$.

Максимальное отклонение руля направления ограничивается при увеличении приборной скорости полета для предотвращения превышения эксплуатационных нагрузок на руль направления. Установленное ограничение обеспечивает достаточную эффективность управления по рысканию, в том числе при максимальной разнице тяги двигателей.

Управление рулем направления вручную выполняется с помощью ППУ, при линейном асинхронном перемещении педалей поста от себя/на себя. Также управление рулем направления возможно при помощи переключателя RUD и кнопкой RUD RESET на пульте ПУТ.

Командный сигнал для отклонения руля направления формируется в кабине экипажа и поступает в БУ КСУ ИВК (рис. 3). БУ КСУ обрабатывают данный сигнал в зависимости от информации поступающей от внешних систем. Управляющий сигнал для работы ЭГРП руля направления поступает от БУ КСУ (из МУП) в ЭБП.

При отклонении руля направления происходит отклонение элеронов для обеспечения прямой реакции (компенсации изменений) по крену.

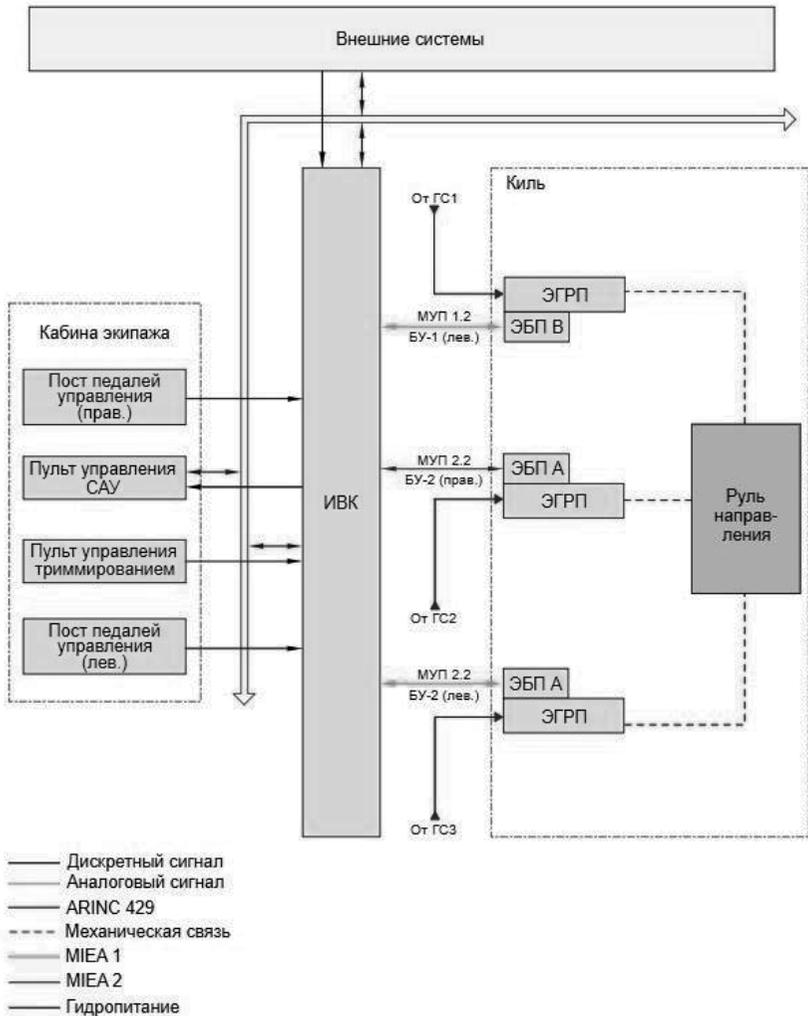


Рисунок 3. Принципиальная блок-схема контура управления рулем направления

При отказе одного двигателя, независимо от режима работы автопилота, происходит автоматическое отклонение руля направления в сторону работающего двигателя и компенсация крена самолета элеронами. Угол отклонения руля направления пропорционален разнице оборотов N1 двигателей.

На руле направления установлено три ЭГРП (верхний, средний и нижний). Верхний и средний ЭГРП работают в "активном" режиме, нижний в режиме "демпфирования".

В случае отказа одного из активных ЭГРП, управление рулем направления обеспечивается другим активным и резервным приводами. Неисправный привод переключается в режим "демпфирования" и на синоптической странице FCS отображается в виде индикатора янтарного цвета. В перечне неисправных систем INOP SYS, страницы состояния STATUS, отображаются сообщения янтарного цвета: RUDDER UP ACT, RUDDER MID ACT.

В случае если два ЭГРП неисправны, управление рулем направления обеспечивается одним оставшимся исправным ЭГРП. При этом на комплексном кадре EWD появится сообщение FCS RUDDER DEGRAD.

В случае если три ЭГРП неисправны, управление рулем направления не выполняется. При этом на комплексном кадре EWD появится сообщение FCS RUDDER FAULT.

Гидропитание ЭГРП руля направления выполняется от трех независимых гидросистем номинальным давлением 20,68 МПа (3000 psi). Упрощенная принципиальная схема гидропитания приводов руля направления приведена в [1].

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначены рули направления?
2. Что включает контур управления рулями направления КСУ?
3. Каков диапазон триммирования руля направления от ППУ?
4. Каков диапазон триммирования руля направления от ПУТ при углах выпуска-уборки предкрылков менее 17,0°?
5. Каков диапазон триммирования руля направления от ПУТ при углах выпуска-уборки предкрылков более 17,0°?
6. Что делается для предотвращения превышения эксплуатационных нагрузок на руль направления?
7. Что обеспечивает установленное ограничение отклонения руля направления?
8. С помощью чего происходит ручное управление рулем направления?
9. Как выполняется управление рулем направления вручную?
10. Управление рулем направления возможно при помощи
11. Куда поступает командный сигнал для отклонения руля направления?
12. Каким образом БУ КСУ обрабатывают командный сигнал на рули направления?
13. Откуда и куда поступает управляющий сигнал для работы ЭГРП?
14. Что происходит с другими рулями при отклонении руля направления?
15. Что происходит при отказе одного двигателя?
16. Что дополнительно происходит при отказе одного двигателя?
17. Как изменяется угол отклонения руля направления при отказе двигателя?
18. Сколько ЭГРП установлено на руле направления?
19. Как работают ЭГРП руля направления?

20. Что происходит в случае отказа одного из активных ЭГРП руля направления?
21. Что происходит в перечне неисправных систем INOP SYS в случае отказа одного из активных ЭГРП руля направления?
22. Что происходит в случае, если два ЭГРП неисправны?
23. Что происходит на комплексном кадре EWD, если два ЭГРП неисправны?
24. Что происходит в случае, если три ЭГРП неисправны?
25. Что происходит на комплексном кадре EWD, если три ЭГРП неисправны?
26. Как выполняется гидропитание ЭГРП руля направления?

4 УПРАВЛЕНИЕ РУЛЕМ ВЫСОТЫ

Руль высоты предназначен для управления и балансировки самолета по тангажу при ручном ("основном" и "резервном" режимах работы КСУ) и автоматическом управлении самолетом.

Контур управления рулем высоты КСУ состоит из:

- универсальной боковой ручки управления (УБРУ) - 2 шт..
- пульта управления триммированием,
- пульта управления САУ,
- информационно-вычислительного комплекса,
- электрогидравлического рулевого привода - 4 шт.

Принципиальная блок-схема контура управления рулем высоты приведена на рис. 4.

Диапазон угла отклонения секций руля высоты от УБРУ составляет от 25,0° до минус 30,0°.

Управление рулем высоты вручную выполняется с помощью УБРУ, при перемещении рукоятки УБРУ от себя/на себя. В случае отказа механизма перестановки стабилизатора (МПС) в "резервном" режиме работы КСУ, продольная балансировка выполняется отклонением секций руля высоты при помощи переключателя СТАВ пульта ПУТ.

Командный сигнал для отклонения секций руля высоты формируется в кабине экипажа и поступает в БУ КСУ ИВК (рис. 4). БУ КСУ обрабатывают данный сигнал в зависимости от информации, поступающей от внешних систем. Управляющий сигнал для работы ЭГРП секций руля высоты поступает от БУ КСУ (из МУП) в ЭБП.

На каждой секции руля высоты установлено по два ЭГРП. Один ЭГРП работает в "активном" режиме управления, второй - в режиме "демпфирования".

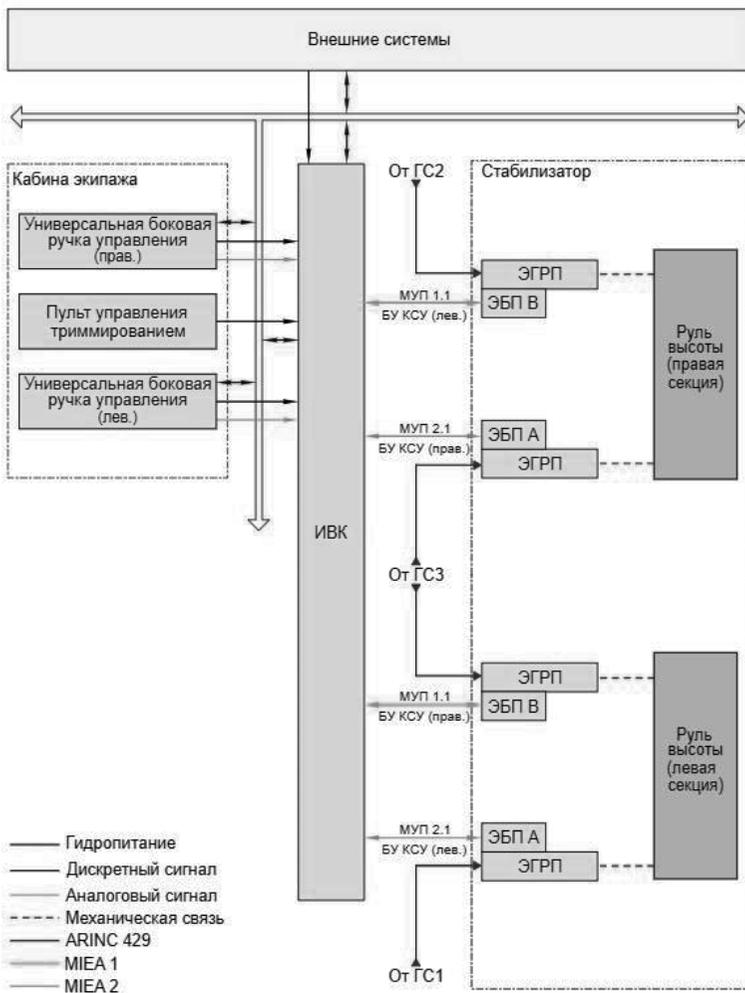


Рисунок 4. Принципиальная блок-схема контура управления рулем высоты

В случае отказа одного из ЭГРП секции руля высоты, второй привод действует как резервный. Неисправный привод переключается в режим "демпфирования" и на синоптической странице FCS отображается в виде индикатора янтарного цвета. В перечне неисправных систем INOP SYS страницы состояния STATUS отображаются сообщения янтарного цвета: L ELEV IB ACT, R ELEV IB ACT, L ELEV OB ACT, R ELEV OB ACT.

В случае отказа двух ЭГРП секции руля высоты, они переключаются в режим "демпфирования" для предотвращения флаттера. На комплексном

кадре EWD появляется сообщение FCS L ELEV FAULT или FCS R ELEV FAULT.

Гидропитание ЭГРП руля высоты выполняется от трех независимых гидросистем номинальным давлением 20,68 МПа (3000 psi). Упрощенная принципиальная схема гидропитания приводов руля высоты приведена в [1].

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен руль высоты?
2. Контур управления рулями высоты КСУ включает:
3. Каков диапазон угла отклонения секций руля высоты от УБРУ?
4. Как выполняется управление рулем высоты вручную?
5. Как выполняется продольная балансировка в случае отказа механизма перестановки стабилизатора (МПС)?
6. Где формируется командный сигнал для отклонения секций руля высоты и куда он поступает?
7. Как БУ КСУ обрабатывают командный сигнал?
8. Откуда и куда поступает управляющий сигнал для работы ЭГРП?
9. Где на руле высоты установлены ЭГРП и сколько их?
10. В каком режиме работают ЭГРП рулей высоты?
11. Что происходит в случае отказа одного из ЭГРП секции руля высоты?
12. Что происходит в перечне неисправных систем INOP SYS страницы состояния STATUS в случае отказа одного из ЭГРП секции руля высоты?
13. Что происходит в случае отказа двух ЭГРП секции руля высоты?
14. Откуда выполняется гидропитание ЭГРП руля высоты?

5 УПРАВЛЕНИЕ СТАБИЛИЗАТОРОМ

Стабилизатор предназначен для балансировки самолета по тангажу при ручном ("основном" и "резервном" режимах работы КСУ) и автоматическом управлении самолетом.

Контур управления стабилизатором КСУ состоит из:

- пульта управления триммированием,
- пульта управления САУ,
- информационно-вычислительного комплекса,
- механизма перестановки стабилизатора (МПС).

Принципиальная блок-схема контура управления стабилизатором приведена на рис. 5.

Балансировка самолета в продольном канале выполняется стабилизатором в диапазоне угла от $1,8^\circ$ до минус $12,8^\circ$ относительно оси вращения. Продольная балансировка выполняется стабилизатором таким образом, что в сбалансированном состоянии положение руля высоты близко к нейтральному.

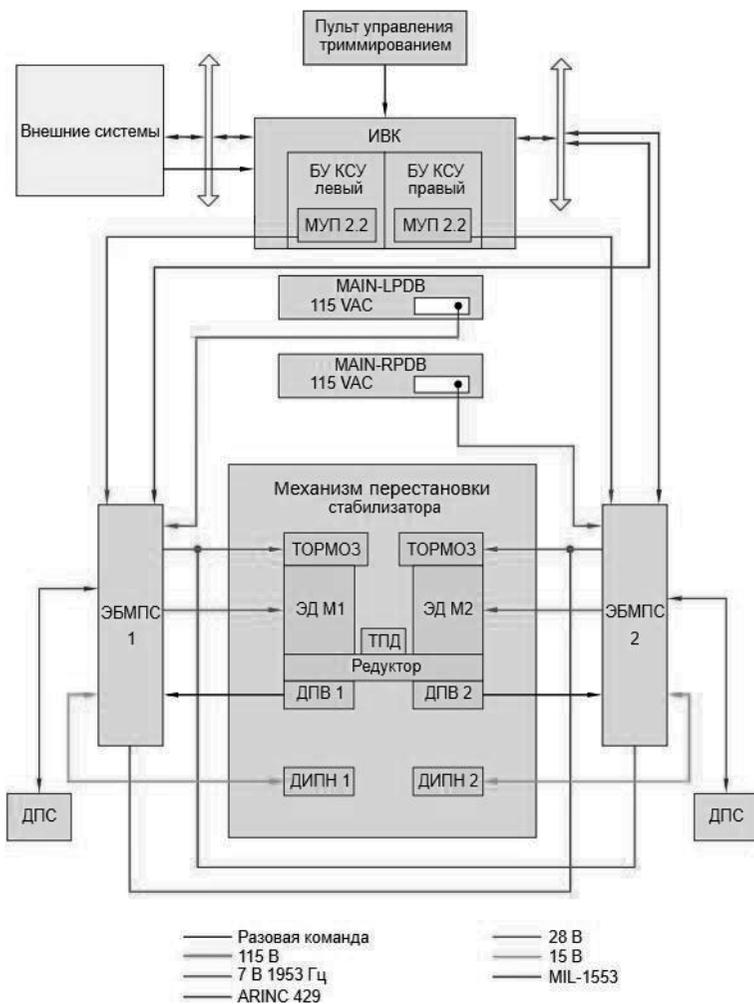


Рисунок 5. Принципиальная блок-схема контура управления стабилизатором

Управление стабилизатором выполняется шарико-винтовым механизмом перестановки стабилизатора (МПС) с двухканальными электромеханическими приводами винта, которые работают в режиме "активный"/"резервный". Подробное описание конструкции и работы МПС приведено в [1].

Установка стабилизатора в балансировочное положение с помощью МПС может выполняться при автоматическом и ручном управлении самолетом.

Автоматическая продольная балансировка самолета в полете выполняется при одновременном выполнении следующих условий:

- отсутствует сигнал обжатия стоек шасси
- высота больше 15 метров.

При этом, в зависимости от положения закрылков, изменяется скорость перестановки стабилизатора. Если угол закрылков 3° и меньше, скорость перестановки стабилизатора составит $0,25\%$, если угол закрылков более 3° , скорость перестановки стабилизатора составит $0,5\%$.

Ручная продольная балансировка самолета выполняется при соблюдении любого из следующих условий:

- стойки шасси обжаты (на земле с помощью ПУТ стабилизатор вручную выставляется во взлетное положение)
- высота менее 15 метров
- отказ "основного" режима КСУ.

Управление стабилизатором вручную выполняется при помощи ПУТ двоянным переключателем STAB. При ручной балансировке скорость перестановки стабилизатора составляет $0,5\%$.

Командный сигнал для отклонения стабилизатора формируется в кабине экипажа и поступает в БУ КСУ ИВК (рис. 5). БУ КСУ обрабатывают данный сигнал в зависимости от информации поступающей от внешних систем. Управляющий сигнал для работы МПС поступает от БУ КСУ (из МУП) в ЭБМПС.

В состав МПС входят два электродвигателя. При исправном МПС один электродвигатель работает в "активном" режиме управления, второй — в "резервном" режиме. Электродвигатель приводит в действие винт с упорами в крайних положениях и тем самым осуществляет управление всей кинематикой МПС.

В случае отказа активного электродвигателя, второй действует как резервный, а неисправный электропривод отключается и на синоптической странице FCS отображается в виде индикатора янтарного цвета. В перечне неисправных систем INOP SYS страницы состояния STATUS отображаются сообщения янтарного цвета: STAB ACT 1, STAB ACT 2.

В случае отказа двух электродвигателей, оба электропривода МПС отключаются. На комплексном кадре EWD появляется сообщение FCS STAB FAULT.

Электропитание МПС выполняется от двух шин переменного тока 115 В (MAIN-LPDB и MAIN-RPDB), а также 27 В от двух БУ КСУ. Подробно электропитание МПС приведено в [1].

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен стабилизатор?

2. Что включает контур управления стабилизатором КСУ?
3. В каком диапазоне выполняется балансировка самолета стабилизатором в продольном канале?
4. Каким образом выполняется продольная балансировка стабилизатором?
5. Чем выполняется управление стабилизатором?
6. Как работают двухканальные электромеханические приводы винта?
7. Установка стабилизатора в балансировочное положение с помощью МПС может выполняться...
8. При выполнении каких условий выполняется автоматическая продольная балансировка самолета в полете?
9. Чему равна скорость перестановки стабилизатора, если угол закрылков 3° и меньше?
10. Чему равна скорость перестановки стабилизатора, если угол закрылков более 3° ?
11. При выполнении каких условий выполняется ручная продольная балансировка самолета?
12. Чем выполняется управление стабилизатором вручную?
13. Чему равна скорость перестановки стабилизатора в ручном режиме?
14. Где формируется командный сигнал для отклонения стабилизатора?
15. Куда поступает командный сигнал для отклонения стабилизатора?
16. Какова функция БУ КСУ по обработке командного сигнала?
17. Откуда и куда поступает управляющий сигнал для работы МПС?
18. Какие и сколько исполнительных устройств входят в состав МПС?
19. В каком режиме работают электродвигатели при исправном МПС?
20. Какова функция электродвигателя МПС?
21. Что происходит в случае отказа активного электродвигателя?
22. Что происходит в случае отказа активного электродвигателя?
23. Какие сообщения отображаются в перечне неисправных систем INOP SYS страницы состояния STATUS?
24. Что происходит в случае отказа двух электродвигателей?
25. Какие сообщения отображаются на комплексном кадре EWD в случае отказа двух электродвигателей?
26. Как выполняется электропитание МПС?

6 УПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЗАЦИЕЙ КРЫЛА

Механизация крыла предназначена для управления подъемной силой крыла самолета (перемещение предкрылков и закрылков) и для управления располагаемым углом атаки (перемещение предкрылков) при "ручном управлении" самолетом и режиме "автоматической коррекции" на этапах взлета и посадки.

Управление механизацией крыла состоит из:

- управления закрылками,
- управления предкрылками.

При нормальной работе выпуск механизации выполняется по командам экипажа, который задает положение механизации крыла с помощью модуля управления механизацией крыла (МУМК).

При управлении механизацией крыла по командным сигналам автоматической коррекции реализуются следующие алгоритмы ИВК:

- уборка механизации крыла (вплоть до полной) при превышении максимально допустимой скорости полета
- выпуск механизации крыла из положения "1" в положение "1+F" при снижении скорости ниже минимально допустимой для полета в конфигурации "1"
- выпуск механизации крыла из положения "0" в положение "0+S" при снижении скорости ниже минимально допустимой для полета в конфигурации "0"
- запрет на ранний выпуск механизации крыла при недопустимо большой скорости для выбранного положения
- запрет на уборку механизации крыла при скорости ниже минимально допустимой
- запрет на отклонение механизации крыла на взлете для высоты менее 120 м.

Конфигурация крыла (углы выпуска-уборки закрылков и предкрылков) в зависимости от положения ручки МУМК ($X_{МУМК}$) приведена в табл.2. В "резервном" режиме работы КСУ конфигурация крыла 0+S не реализована алгоритмами режима.

Таблица 2. Конфигурация крыла в зависимости от положения ручки МУМК

FLAPS	0	0+S	1	1 + F	2	3	FULL
$X_{МУМК}$	0	0	1	1	2	3	FULL
$\delta_{ПР}$, град	0	5	24	24	24(28)	28(0)	28
δ_3 , град	0	0	0	10(0)	18(0)	27(18)	36
$V_{max пр}$, км/ч	700	480	470	470	470(340)	340(700)	340
$V_{max зк}$, км/ч	700	700	700	410(700)	370(700)	340(370)	330

Примечание

Значения в скобках приведены при наличии сигнала "рассогласование взаимного положения закрылков и предкрылков".

При возникновении отказа, заклинивание механизации крыла, на комплексном кадре EWD отображается сообщение: FCS FLAPS JAM, FCS SLATS JAM. В этом случае разрешен повторный выпуск/уборка механизации, для чего ручку МУМК необходимо переместить в положение предшествующее заклиниванию, а затем повторно осуществить выпуск/уборку механизации крыла.

При возникновении отказа в управлении механизацией крыла от ручки МУМК на комплексном кадре EWD отображается сообщение FCS FLAPS LVR FAULT. В случае потери управления механизацией крыла от ручки МУМК выпуск/уборка предкрылков и закрылков в положение "2" может выполняться путем нажатия/отжатия кнопки-табло STBY FLAP CONTROL, расположенной на МУМК.

При отказах механизации крыла, которые приводят к потере функций предкрылков и закрылков (асимметрия, перекося и т.д.), механизация крыла работает в ограниченном диапазоне. В этом случае реализуется следующая логика ИБК:

- при отказе управления предкрылками:
 - при положении предкрылков менее 24° закрылки выпускаются в максимальное положение 18°,
 - при положении предкрылков более или равном 24° закрылки выпускаются до максимального положения,
- при отказе управления закрылками:
 - при положении закрылков более или равном 25° предкрылки остаются в положении 28°,
 - при положении закрылков более или равном 18° и менее 25° предкрылки убираются до минимального положения 24°,
 - при положении закрылков менее 18° предкрылки полностью убираются.

При отказах, которые сопровождаются потерей информации о весе самолета, при расчете углов выпуска-уборки предкрылков и закрылков в ИБК, вес самолета принимается по крайнему зафиксированному достоверному значению. В данном случае на комплексном кадре EWD появится сообщение янтарного цвета FCS FLAPS CORR DEGRAD.

При отказах, которые сопровождаются потерей информации о скорости самолета, в ИБК формируется сигнал об отказе автоматической коррекции положения механизации крыла. При этом комплексном кадре EWD появляется сообщение янтарного цвета FCS FLAPS CORR FAULT.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначена механизация крыла?
2. Как происходит управление подъемной силой крыла самолета?
3. Как происходит управление располагаемым углом атаки?
4. В каких случаях используется механизация крыла?
5. На каких этапах используется механизация крыла?
6. Из чего состоит управление механизацией крыла?
7. Как выполняется выпуск механизации при нормальной работе?
8. Как задается положение механизации крыла?
9. По командным сигналам автоматической коррекции реализуется следующий алгоритм ИБК...
10. Какие предусмотрены положения ручки МУМК ($X_{МУМК}$)?

11. Какие конфигурации крыла предусмотрены в зависимости от положения ручки МУМК?
12. Каковы положения ручки МУМК, предкрылков и закрылков в конфигурации крыла 0?
13. Каковы положения ручки МУМК, предкрылков и закрылков в конфигурации крыла 0+S?
14. Каковы положения ручки МУМК, предкрылков и закрылков в конфигурации крыла 1?
15. Каковы положения ручки МУМК, предкрылков и закрылков в конфигурации крыла 1+F?
16. Каковы положения ручки МУМК, предкрылков и закрылков в конфигурации крыла 2?
17. Каковы положения ручки МУМК, предкрылков и закрылков в конфигурации крыла 3?
18. Каковы положения ручки МУМК, предкрылков и закрылков в конфигурации крыла FULL?
19. Каковы ограничения по скорости предкрылков и закрылков в конфигурации крыла 0?
20. Каковы ограничения по скорости предкрылков и закрылков в конфигурации крыла 0+S?
21. Каковы ограничения по скорости предкрылков и закрылков в конфигурации крыла 1?
22. Каковы ограничения по скорости предкрылков и закрылков в конфигурации крыла 1+F?
23. Каковы ограничения по скорости предкрылков и закрылков в конфигурации крыла 2?
24. Каковы ограничения по скорости предкрылков и закрылков в конфигурации крыла 3?
25. Каковы ограничения по скорости предкрылков и закрылков в конфигурации крыла FULL?
26. Какой сигнал учитывается при изменении положений ручки МУМК, закрылков и предкрылков, а также ограничений?
27. Какое сообщение высвечивается на комплексном кадре EWD при возникновении отказа типа заклинивание механизации крыла?
28. Что можно сделать при появлении сообщения FCS FLAPS JAM, FCS SLATS JAM?
29. Что надо сделать для повторного выпуска/уборки механизации?
30. Как отображается возникновение отказа в управлении механизацией крыла от ручки МУМК?
31. Как выполняется выпуск/уборка предкрылков и закрылков в случае потери управления механизацией крыла от ручки МУМК?
32. Что происходит при отказах механизации крыла, которые приводят к потере функций предкрылков и закрылков (асимметрия, перекося и т.д.)?

33. Что происходит при отказе управления предкрылками?
34. Что происходит при отказе управления закрылками?
35. Что происходит при отказах, которые сопровождаются потерей информации о весе самолета при расчете углов выпуска-уборки предкрылков и закрылков в ИВК ?
36. Как отображаются отказы, которые сопровождаются потерей информации о весе самолета?
37. Что происходит при отказах, которые сопровождаются потерей информации о скорости самолета?
38. Как отображаются отказы, которые сопровождаются потерей информации о скорости самолета?

6.1 Управление закрылками

Контур управления закрылками КСУ состоит из:

- модуля управления механизацией крыла (МУМК),
- информационно-вычислительного комплекса (ИВК),
- подсистемы управления закрылков,
- механической трансмиссии закрылков,
- исполнительного устройства механизма торможения кареток.

Механическая трансмиссия закрылков состоит из передаточных валов, редукторов, приводов и других компонентов которые обеспечивают передачу усилий, создаваемых силовым приводом, непосредственно на отклоняемые поверхности закрылков.

Принципиальная блок-схема контура управления закрылками приведена на рис. 6.

Управление закрылками выполняется с помощью МУМК, путем перемещения ручки модуля. Для перемещения ручки необходимо поднять механический фиксатор, расположенный под ручкой, на рычаге МУМК.

Командный сигнал для выпуска-уборки закрылков формируется в кабине экипажа и поступает в БУ КСУ ИВК (рис. 6). БУ КСУ обрабатывают данный сигнал в зависимости от информации, поступающей от внешних систем. Управляющий сигнал для работы силового привода закрылков поступает от БУ КСУ (из МУП) в ЭБМК.

Углы отклонений секций закрылков в зависимости от положения ручки модуля МУМК ($X_{МУМК}$) приведены в табл. 2.

Перемещение закрылков выполняется посредством силового привода и трансмиссии. Силовой привод управляется двумя ЭБМК. Оба ЭБМК работают в "активном" режиме, каждый из которых обеспечивает перемещение секций закрылков только на одной консоли крыла.

Если один ЭБМК неисправен, то управление перемещением закрылков обеих консолей крыла осуществляет второй ЭБМК. При этом скорость перемещения закрылков уменьшается в два раза, так как в работе будет задействован один гидромотор силового привода. На синоптической странице FCS неисправный ЭБМК отображается в виде индикатора янтарного цвета. В пе-

речне неисправных систем INOP SYS страницы состояния STATUS высвечиваются сообщения янтарного цвета: FLAPS 1 CH, FLAPS 2 CH. На комплексном кадре EWD появляется сообщение FCS FLAPS LO SPEED.

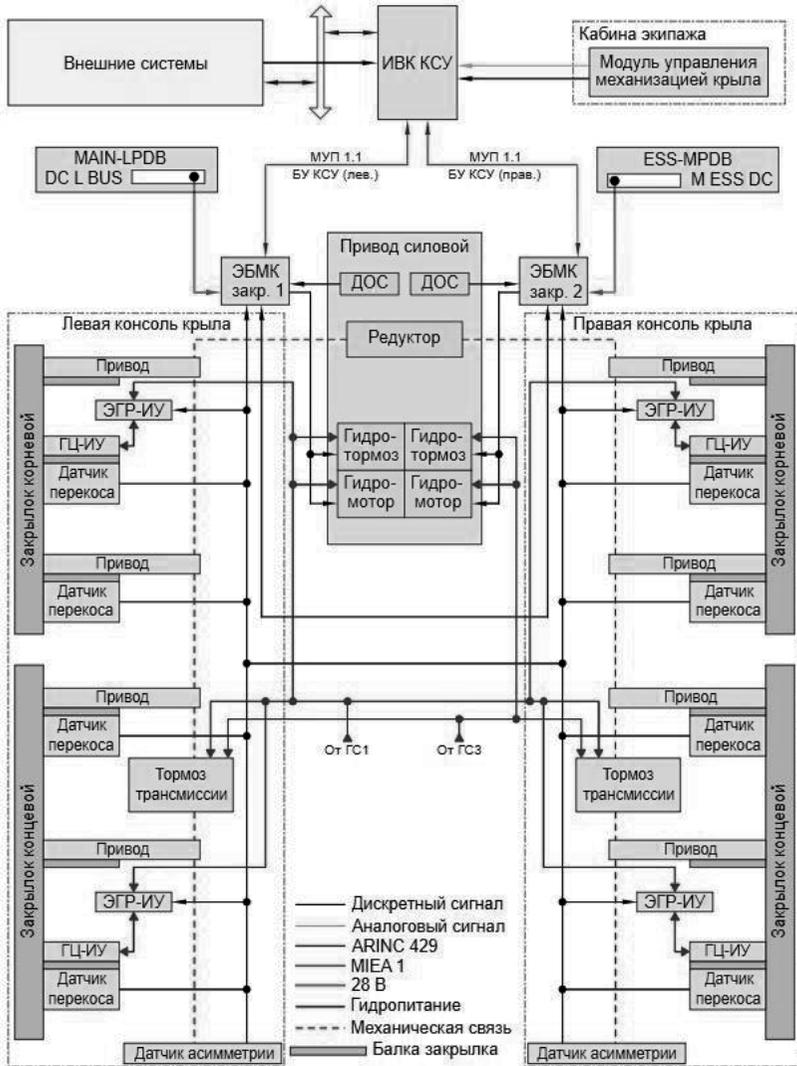


Рисунок 6. Принципиальная блок-схема контура управления закрылками

При возникновении отказа двух ЭБМК управление закрылками не выполняется. На комплексном кадре EWD появляется сообщение янтарного цвета FCS FLAPS FAULT.

Система управления закрылками контролирует перекус секций закрылков при помощи датчиков перекуса закрылков.

Система управления закрылками контролирует асимметрию секций закрылков при помощи датчиков асимметрии на левой и правой консолях крыла. Симметричное положение закрылков на правой и левой консолях крыла проверяется путем сравнения данных от датчиков асимметрии. В случае выявления асимметрии или перекуса секций закрылков, ЭБМК активирует тормоз силового привода и тормоза трансмиссии для остановки перемещения закрылков.

Гидропитание силового привода закрылков выполняется от двух независимых гидросистем номинальным давлением 20,68 МПа (3000 psi).

6.2 Управление предкрылками

Контур управления предкрылками КСУ состоит из:

- модуля управления механизацией крыла (МУМК),
- информационно-вычислительного комплекса (ИВК),
- подсистемы управления предкрылков,
- механической трансмиссии предкрылков,
- механизмов шестерня-рейка.

Механическая трансмиссия предкрылков состоит из передаточных валов, редукторов, приводов и других компонентов которые обеспечивают передачу усилий, создаваемых силовым приводом, непосредственно на отклоняемые поверхности предкрылков.

Принципиальная блок-схема контура управления предкрылками приведена на рис. 7.

Управление предкрылками выполняется с помощью МУМК путем перемещения ручки модуля. Для перемещения ручки необходимо поднять механический фиксатор, расположенный под ручкой, на рычаге МУМК.

Командный сигнал для выпуска-уборки предкрылков формируется в кабине экипажа и поступает в БУ КСУ ИВК. БУ КСУ обрабатывают данный сигнал в зависимости от информации поступающей от внешних систем. Управляющий сигнал для работы силового привода и выпуска-уборки закрылков поступает от БУ КСУ (из МУП) в ЭБМК.

Углы отклонений секций предкрылков в зависимости от положения ручки модуля МУМК ($X_{МУМК}$) приведены в табл. 2.

Перемещение предкрылков выполняется посредством силового привода и трансмиссии. Силовой привод управляется двумя ЭБМК. Оба ЭБМК работают в "активном" режиме, каждый из которых обеспечивает перемещение секций предкрылков на обе консоли крыла.

Если один ЭБМК неисправен, то управление перемещением предкрылков обеих консолей крыла осуществляет другой ЭБМК. При этом скорость

перемещения предкрылков уменьшается на 50%, так как в работе будет задействован один гидромотор силового привода.

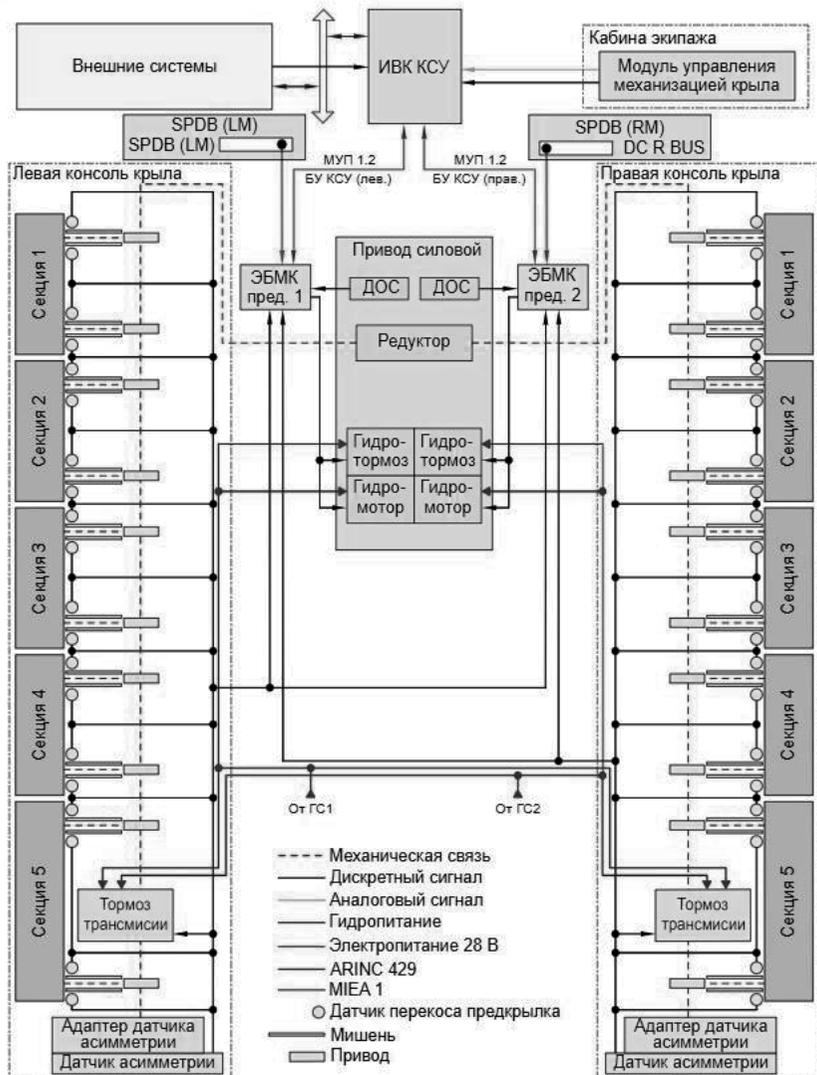


Рисунок 7. Принципиальная блок-схема контура управления предкрылками

На синоптической странице FCS неисправный ЭБМК подсвечивается в виде индикатора янтарного цвета. В перечне неисправных систем INOP SYS

страницы состояния STATUS высвечиваются сообщения янтарного цвета: SLATS1 CH, SLATS 2 CH. На комплексном кадре EWD появляется сообщение FCS SLATS LO SPEED.

При возникновении отказа двух ЭБМК управление предкрылками не выполняется. На комплексном кадре EWD появляется сообщение янтарного цвета FCS SLATS FAULT.

Система управления предкрылками контролирует перекося секций предкрылков, при помощи датчиков перекося предкрылков.

Система управления предкрылками контролирует асимметрию секций предкрылков при помощи датчиков асимметрии на левой и правой консолях крыла. Симметричное положение предкрылков на правой и левой консолях крыла проверяется путем сравнения данных от датчиков асимметрии. В случае выявления асимметрии или перекося секций предкрылков, ЭБМК активирует тормоз силового привода и тормоза трансмиссии для остановки перемещения предкрылков.

Гидропитание силового привода предкрылков выполняется от двух независимых гидросистем номинальным давлением 20,68 МПа (3000 psi).

Контрольные вопросы

1. Что включает контур управления закрылками КСУ?
2. Из чего состоит механическая трансмиссия закрылков?
3. Что обеспечивает механическая трансмиссия закрылков?
4. С помощью чего происходит управление закрылками?
5. Что нужно сделать для перемещения ручки МУМК?
6. Где формируется командный сигнал для выпуска-уборки закрылков?
7. Куда поступает командный сигнал для выпуска-уборки закрылков?
8. Что делает БУ КСУ с командным сигналом на выпуск-уборку закрылков?
9. Откуда и куда поступает управляющий сигнал для работы силового привода закрылков?
10. Посредством чего выполняется перемещение закрылков?
11. Чем управляется силовой привод?
12. В каком режиме работают ЭБМК?
13. Как ЭБМК обеспечивают перемещение секций закрылков?
14. Что происходит, если один ЭБМК неисправен?
15. Почему скорость перемещения закрылков уменьшается в два раза если один ЭБМК неисправен?
16. Как отображается неисправность ЭБМК?
17. Что отображается в перечне неисправных систем INOP SYS страницы состояния STATUS если один ЭБМК неисправен?
18. Что отображается на комплексном кадре EWD если один ЭБМК неисправен?
19. Что происходит при возникновении отказа двух ЭБМК?

20. Что отображается на комплексном кадре EWD если оба ЭБМК неисправны?
21. С помощью чего система управления закрылками контролирует перекос секций закрылков?
22. С помощью чего система управления закрылками контролирует асимметрию секций закрылков?
23. Как проверяется симметричное положение закрылков на правой и левой консолях крыла?
24. Что происходит в случае выявления асимметрии или перекоса секций закрылков?
25. Как обеспечивается гидропитание системы управления закрылками?
26. Что включает контур управления предкрылками КСУ?
27. Из чего состоит механическая трансмиссия предкрылков?
28. Что обеспечивает механическая трансмиссия предкрылков?
29. С помощью чего происходит управление предкрылками?
30. Что нужно сделать для перемещения ручки МУМК?
31. Где формируется командный сигнал для выпуска-уборки предкрылков?
32. Куда поступает командный сигнал для выпуска-уборки предкрылков?
33. Что делает БУ КСУ с командным сигналом на выпуск-уборку предкрылков?
34. Посредством чего выполняется перемещение предкрылков?
35. Чем управляется силовой привод?
36. В каком режиме работают ЭБМК?
37. Как ЭБМК обеспечивают перемещение секций предкрылков?
38. Что происходит, если один ЭБМК неисправен?
39. Почему скорость перемещения предкрылков уменьшается в два раза если один ЭБМК неисправен?
40. Как отображается неисправность ЭБМК?
41. Что отображается в перечне неисправных систем INOP SYS страницы состояния STATUS если один ЭБМК неисправен?
42. Что отображается на комплексном кадре EWD если один ЭБМК неисправен?
43. Что происходит при возникновении отказа двух ЭБМК?
44. Что отображается на комплексном кадре EWD если оба ЭБМК неисправны?
45. С помощью чего система управления предкрылками контролирует перекос секций предкрылков?
46. С помощью чего система управления предкрылками контролирует асимметрию секций предкрылков?
47. Как проверяется симметричное положение предкрылков на правой и левой консолях крыла?

48. Что происходит в случае выявления асимметрии или перекоса секций предкрылков?
49. Как обеспечивается гидроснабжение системы управления предкрылками?

7 УПРАВЛЕНИЕ ИНТЕРЦЕПТОРАМИ И ВОЗДУШНЫМИ ТОРМОЗАМИ

Управление интерцепторами и воздушными тормозами предназначено для:

- увеличения лобового сопротивления для торможения в полете,
- торможения на пробеге после посадки,
- торможения на разбеге в режиме "прерванного взлета",
- управления и балансировки самолета совместно с элеронами в канале крена.

Контур управления интерцепторами и воздушными тормозами КСУ состоит из:

- модуля управления воздушными тормозами (МУВТ),
- пульта управления САУ,
- информационно-вычислительного комплекса (ИВК),
- ЭГРП интерцептора - 8 шт.,
- ЭГРП воздушного тормоза - 2 шт.

Принципиальная блок-схема контура управления интерцепторами и воздушными тормозами приведена на рис. 8.

Углы отклонения интерцепторов и воздушных тормозов составляют 48° .

Управление интерцепторами и воздушными тормозами выполняется с помощью МУВТ путем перемещения ручки модуля. Перемещаемая ручка МУВТ фиксируется в четырех положениях. Для начала перемещения ручки МУВТ между положениями RET, 1/2 и FULL необходимо нажать на нее сверху вниз. При переводе рычага МУВТ в положение ARMED необходимо потянуть ручку модуля вверх.

Командный сигнал для отклонения интерцепторов и воздушных тормозов формируется в кабине экипажа и поступает в БУ КСУ ИВК (рис. 8). БУ КСУ обрабатывают данный сигнал в зависимости от информации поступающей от внешних систем. Управляющий сигнал для работы силовых приводов и отклонения интерцепторов и воздушных тормозов поступает от БУ КСУ (из МУП) в ЭБП. Один МУП управляет двумя симметричными секциями интерцепторов и воздушных тормозов.

Автоматическое аэродинамическое торможение самолета возможно только в "основном" режиме работы КСУ и выполняется путем отклонения четырех интерцепторов и одного воздушного тормоза на каждой консоли крыла по сигналам ИВК.

Автоматическое управление интерцепторами происходит с целью:

- ограничения приборной скорости и числа М полета

- выпуск всех секций интерцепторов на половину от максимального угла,
- выпуск всех секций интерцепторов и воздушных тормозов на максимальный угол.

Торможение самолета в воздухе выполняется путем отклонения четырех секций интерцепторов на каждой консоли крыла, воздушные тормоза при этом заблокированы.

Все секции интерцепторов и воздушных тормозов имеют по одному ЭГРП. При возникновении отказа ЭГРП интерцептора (воздушного тормоза), симметричный ЭГРП интерцептора (воздушного тормоза) на другой консоли крыла отключается для исключения их несимметричного выпуска. На синоптической странице FCS соответствующий индикатор высвечивается янтарным цветом. В перечне неисправных систем INOP SYS страницы состояния STATUS высвечиваются сообщения янтарного цвета: SPL S1, SPL S2, SPL S3, SPL S4, SPD-BK. На комплексном кадре EWD появляется сообщение янтарного цвета FCS SPD-BK LVR FAULT.

Алгоритмы ИБК предполагают дополнительное использование интерцепторов (секции второй, третьей и четвертой пары) для управления самолетом по крену. Секции интерцепторов вступают в работу при отклонении элеронов более 18°.

В случае заклинивания одного интерцептора или отказе его ЭГРП, происходит отключение управления отказавшего интерцептора. При этом интерцептор, симметричный отказавшему, переходит в режим слежения за отказавшим.

При обнаружении самопроизвольного выпуска интерцептора или воздушного тормоза ИБК выключает (обесточивает) электромагнитный клапан отказавшего ЭГРП. При этом происходит стопорение гидропривода.

Гидропитание ЭГРП секций интерцепторов и воздушных тормозов выполняется попарно от трех независимых гидросистем с номинальным давлением 20,68 МПа (3000 psi). Упрощенная принципиальная схема гидропитания ЭГРП интерцепторов и воздушных тормозов приведена в [1].

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначено управление интерцепторами и воздушными тормозами?
2. Что включает контур управления интерцепторами и воздушными тормозами КСУ?
3. Чему равны углы отклонения интерцепторов и воздушных тормозов?
4. С помощью чего выполняется управление интерцепторами и воздушными тормозами?
5. В скольких положениях фиксируется перемещаемая ручка МУВТ?
6. Что нужно сделать для начала перемещения ручки МУВТ
7. Что нужно сделать при переводе рычага МУВТ в положение ARMED?

8. Где формируется командный сигнал для отклонения интерцепторов и воздушных тормозов?
9. Куда поступает командный сигнал для отклонения интерцепторов и воздушных тормозов?
10. Что делает БУ КСУ с командным сигналом для отклонения интерцепторов и воздушных тормозов?
11. Куда поступает управляющий сигнал для работы силовых приводов и отклонения интерцепторов и воздушных тормозов?
12. Чем управляет один МУП?
13. В каком режиме возможно автоматическое аэродинамическое торможение самолета?
14. Как выполняется автоматическое аэродинамическое торможение самолета?
15. С какой целью происходит автоматическое управление интерцепторами?
16. С какой целью происходит автоматическое управление интерцепторами?
17. Для чего используются секции интерцепторов № 3 и 4?
18. Какие варианты автоматического выпуска интерцепторов и воздушных тормозов?
19. Как выполняется торможение самолета в воздухе?
20. Сколько ЭГРП имеют все секции интерцепторов и воздушных тормозов?
21. Что происходит при возникновении отказа ЭГРП интерцептора (воздушного тормоза)?
22. Что высвечивается в перечне неисправных систем INOP SYS страницы состояния STATUS при возникновении отказа ЭГРП интерцептора (воздушного тормоза)?
23. Что высвечивается на комплексном кадре EWD при возникновении отказа ЭГРП интерцептора (воздушного тормоза)?
24. Что предполагают алгоритмы ИВК для управления самолетом по крену?
25. В каком случае секции интерцепторов вступают в работу для управления самолетом по крену?
26. Что происходит в случае заклинивания одного интерцептора или отказа его ЭГРП?
27. Что происходит с интерцептором, симметричным отказавшему?
28. Что происходит при обнаружении самопроизвольного выпуска интерцептора или воздушного тормоза?
29. Как выполняется гидропитание ЭГРП секций интерцепторов и воздушных тормозов?

8. ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ КСУ

Органы управления комплексной системы управления (КСУ) состоят из:

- органов ручного управления самолетом,
- органов автоматического управления самолетом.

8.1 Органы ручного управления самолетом

Органы ручного управления самолетом показаны на рис.9 и в табл.3. Они состоят из:

- универсальных боковых ручек управления (УБРУ) (Рис. 9, Вид А):
 - кнопки отключения автопилота и взятия приоритета AP OFF/SS PRIOR [1] Рис. 9,
 - кнопки включения микрофона РТГ [3] Рис. 9,
 - кнопки отключения системы улучшенного видения EVS [2] Рис. 9;
- постов педалей управления (ППУ) ([4] Рис. 9, Вид В);
- тяги соединительной;
- пульта управления триммированием (ПУТ) (Рис. 9, Вид З):
 - кнопки сброса команды триммирования по курсу RUD RESET [40] Рис. 9,
 - переключателя триммера крена AIL [41] Рис. 9,
 - переключателя триммера руля направления RUD [42] Рис. 9,
 - переключателя триммера тангажа STAB [43] Рис. 9;
- модуля управления механизацией крыла (МУМК) FLAPS (Рис. 9, Вид К):
 - ручки управления [45] Рис. 9,
 - кнопки-табло включения резервного управления механизацией крыла STBY FLAP CONTROL [46] Рис. 9;
- модуля управления воздушными тормозами (МУВТ) SPEED BRAKE (Рис. 1, Вид И):
 - ручки управления [44] Рис. 9;
- пульта переключения режима работы КСУ (Рис. 9, Вид Ж):
 - кнопки-табло включения "Резервного" режима КСУ IFCS RESERVE MODE [47] Рис. 9.

8.2 Органы автоматического управления самолетом

Органы автоматического управления самолетом состоят из:

- пульта управления системы автоматического управления (САУ) (Рис. 9, Вид Г):
 - кнопки переключения режима заданной приборной скорости (заданного числа М) [7] Рис. 9,
 - кнопки переключения режима заданного курса (заданного путевого угла) [11] Рис. 9,
 - кнопки переключения размерности заданной высоты в футах (метрах) [17] Рис. 9,
 - кнопки переключения режима заданной вертикальной скорости (заданного угла наклона траектории) [22] Рис. 9,

- задатчика изменения заданной приборной скорости (заданного числа Маха) [34] Рис. 9,
- задатчика изменения заданного путевого угла (заданного курса) [32] Рис. 9,
- задатчика дискретности изменения заданной высоты [28] Рис. 9,
- задатчика изменения заданной высоты [27] Рис. 9,
- задатчика изменения заданной вертикальной скорости (заданного угла наклона траектории) [25] Рис. 9,
- кнопки-табло включения заданной приборной скорости (заданного числа Маха), AUTO [35] Рис. 9,
- кнопки-табло включения режима горизонтальной навигации LNAV [33] Рис. 9,
- кнопки-табло включения (отключения) автопилота AP [14] Рис. 9,
- кнопки-табло включения (отключения) индикации команд директорного управления на пилотажных индикаторах FD [13] Рис. 9,
- кнопки-табло включения/отключения автомата тяги А/Т [30] Рис. 9,
- кнопки-табло включения режима курсовая зона LOC [31] Рис. 9,
- кнопки-табло включения режимов захода на посадку APPR [29] Рис. 9,
- кнопки-табло включения режима вертикальной навигации VNAV [26] Рис. 9,
- кнопки-табло включения режима приведения к горизонту LVL [24] Рис. 9.

Контрольные вопросы:

1. Из чего состоят органы управления комплексной системы управления (КСУ)?
2. Из чего состоят органы ручного управления комплексной системы управления (КСУ)?
3. Что находится на универсальных боковых ручках управления (УБРУ)?
4. Что находится на пульте управления триммированием (ПУТ)?
5. Что находится в модуле управления механизацией крыла (МУМК) FLAPS?
6. Что находится в модуле управления воздушными тормозами (МУВТ) SPEED BRAKE?
7. Что находится на пульте переключения режима работы КСУ?
8. Что находится на пульте управления системы автоматического управления (САУ)?

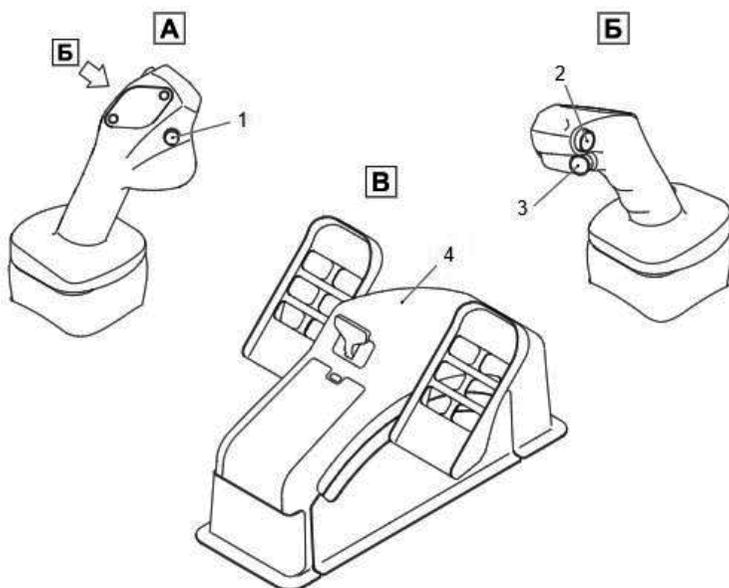
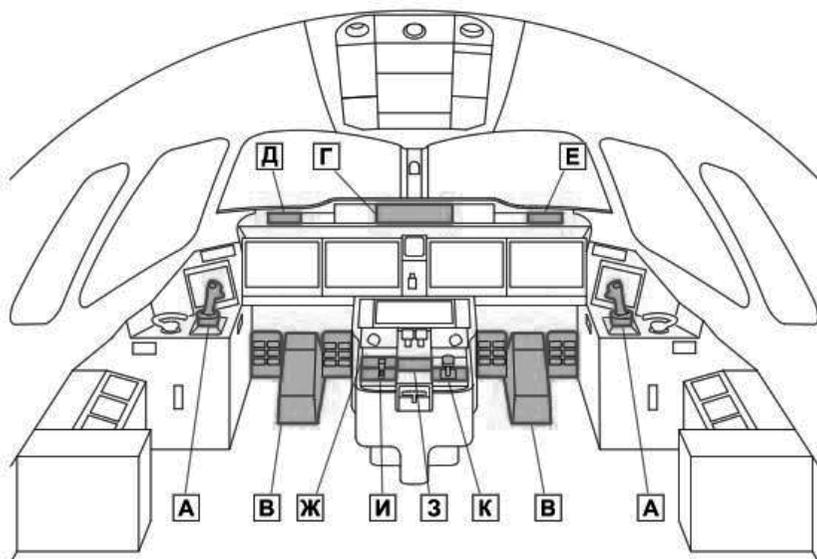


Рисунок 9. Органы управления и индикаторы КСУ (Лист 1 из 4)

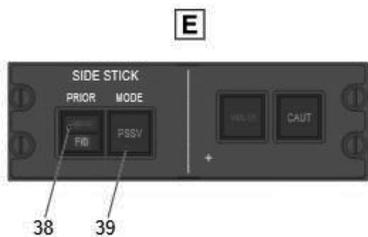
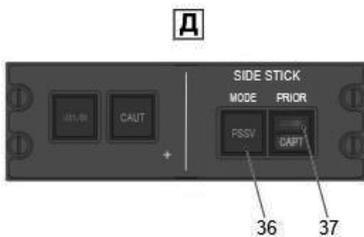
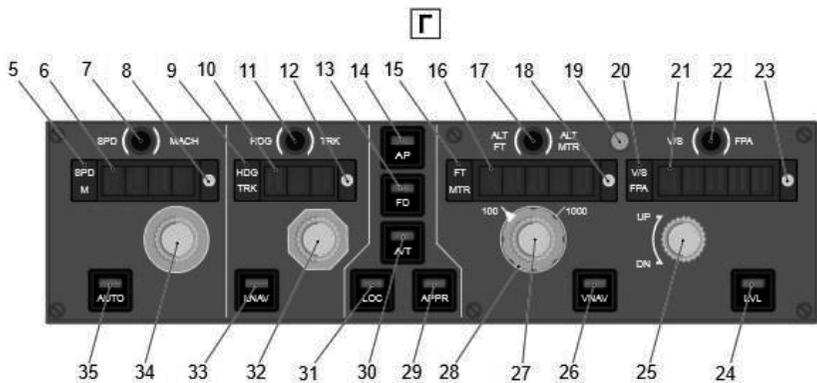


Рисунок 9. Органы управления и индикаторы КСУ (Лист 2 из 4)

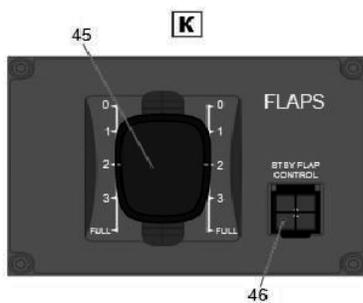
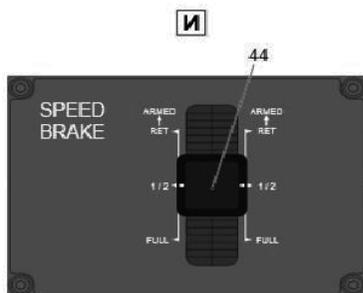
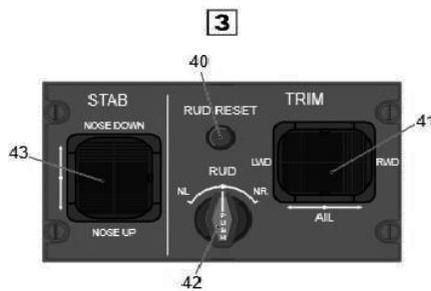


Рисунок 9. Органы управления и индикаторы КСУ (Лист 3 из 4)

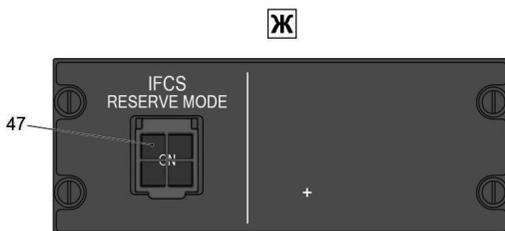


Рисунок 9. Органы управления и индикаторы КСУ (Лист 4 из 4)

Таблица 3. Условные обозначения к рис. 9:

1	Кнопка AP OFF/SS PRIOR	25	Задатчик вертикальной скорости/угла наклона траектории
2	Кнопка PTT	26	Кнопка-табло VNAV
3	Кнопка EVS	27	Задатчик высоты
4	Пост педалей управления	28	Задатчик дискретности высоты
5	Табло SPD/M	29	Кнопка-табло APPR
6	Индикатор приборной скорости/числа М	30	Кнопка-табло A/T
7	Кнопка SPD/MACH	31	Кнопка-табло LOC
8	Сигнализатор приборной скорости/числа М	32	Задатчик путевого угла/курса
9	Табло HDG/TRK	33	Кнопка-табло LNAV
10	Индикатор путевого угла/курса	34	Задатчик приборной скорости/числа Маха
11	Кнопка HDG/TRK	35	Кнопка-табло AUTO
12	Сигнализатор путевого угла/курса	36	Светосигнальное табло командира экипажа MODE
13	Кнопка-табло FD	37	Светосигнальное табло командира экипажа PRIOR
14	Кнопка-табло AP	38	Светосигнальное табло второго пилота PRIOR
15	Табло FT/MTR	39	Светосигнальное табло второго пилота MODE
16	Индикатор высоты в футах/метрах	40	Кнопка RUD RESET
17	Кнопка ALT FT/ALT MTR	41	Переключатель AIL
18	Сигнализатор высоты	42	Переключатель RUD
19	Фотодатчик	43	Переключатель STAB
20	Табло V/S/FPA	44	Ручка управления МУВТ
21	Индикатор вертикальной скорости/угла наклона траектории	45	Ручка управления МУМК
22	Кнопка V/S/FPA	46	Кнопка-табло STBY FLAP CONTROL
23	Сигнализатор вертикальной скорости/угла наклона траектории	47	Кнопка-табло IFCS RESERVE MODE
24	Кнопка-табло LVL		

9. ИНДИКАЦИЯ КСУ

Индикация КСУ состоит из:

- комплексного кадра EWD,
- синоптической страницы FCS (Рис. 10),
- комплексного кадра STATUS.

При появлении отказов в работе КСУ:

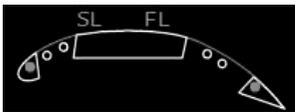
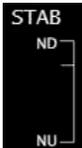
- на кадре EWD отображаются аварийные и предупреждающие сообщения (Таблица 4) в правом верхнем углу,
- начинают светиться световое поле кнопок-табло WARN или CAUT,
- звучит речевое сообщение,
- звучат удары колокола.

9.1 Индикация КСУ на комплексном кадре EWD

Индикация состояния и положения многофункциональных интерцепторов, воздушных тормозов и механизации крыла отображается на синоптическом фрагменте КСУ, в четвертой зоне кадра EWD.

Условные обозначения КСУ на комплексном кадре EWD приведены в табл. 4.

Таблица 4. Условные обозначения синоптического фрагмента КСУ

Условное обозначение	Наименование
	Шкалы выпуска-уборки предкрылков и закрылков
	Контур поверхности крыла и наименование воздушных тормозов
	Шкала отклонения стабилизатора

Индикация КСУ на комплексном кадре EWD приведена на рис. 10.

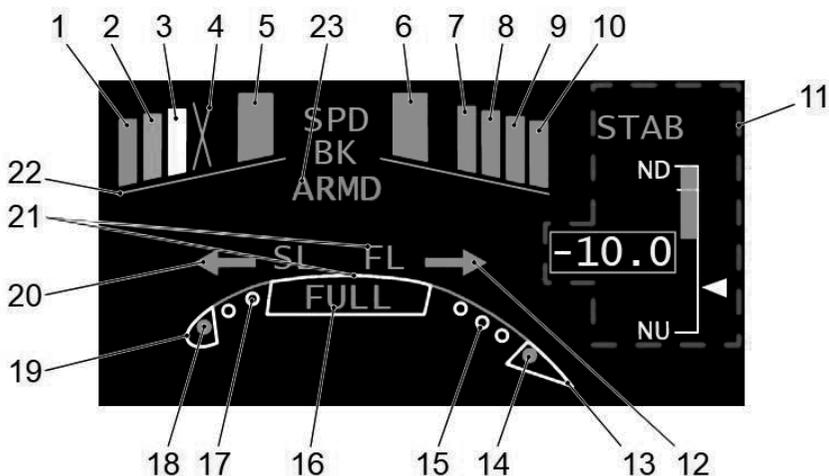


Рисунок 10. Синоптический фрагмент КСУ

Таблица 5. Индикация КСУ на комплексном кадре EWD

1	Индикатор состояния и положения четвертого интерцептора левой консоли крыла	13	Индикатор фактического положения закрылков
2	Индикатор состояния и положения третьего интерцептора левой консоли крыла	14	Метка заданного положения закрылков
3	Индикатор состояния и положения второго интерцептора левой консоли крыла	15	Метка диапазона отклонения секций закрылков
4	Индикатор состояния и положения первого интерцептора левой консоли крыла	16	Индикатор положения ручки МУМК
5	Индикатор состояния и положения левой секции воздушных тормозов	17	Метка диапазона отклонения секций предкрылков
6	Индикатор состояния и положения правой секции воздушных тормозов	18	Метка заданного положения предкрылков
7	Индикатор состояния и положения первого интерцептора правой консоли крыла	19	Индикатор фактического положения предкрылков
8	Индикатор состояния и положения второго интерцептора правой консоли крыла	20	Индикатор направления движения предкрылков

9	Индикатор состояния и положения третьего интерцептора правой консоли крыла	21	Наименование механизации и контур крыла
10	Индикатор состояния и положения четвертого интерцептора правой консоли крыла	22	Наименование воздушных тормозов и контур крыла
11	Зона индикации состояния и положения стабилизатора	23	Индикатор положения ручки МУВТ
12	Индикатор направления движения закрылков		

Символы КСУ могут отображаться на кадре EWD следующим образом:

- надписи SL и FL и контур крыла самолета белого цвета [21] Рис. 10 - наименование предкрылков, закрылков, а так же контур крыла;
- надпись SPD BK и контур крыла самолета белого цвета [22] Рис. 10 - наименование воздушных тормозов и контур крыла;
- индикаторы интерцепторов [1] Рис. 10, [2] Рис. 10, [3] Рис. 10, [4] Рис. 10, [7] Рис. 10, [8] Рис. 10, [9] Рис. 10, [10] Рис. 10 отображаются в семи вариантах:
 - наклонная линия зеленого цвета - интерцептор убран, привод интерцептора исправен,
 - четырехугольник зеленого цвета - интерцептор выпущен, привод интерцептора исправен, высота прямоугольника пропорциональна значению его угла отклонения,
 - наклонная линия янтарного цвета - интерцептор убран, отказ привода интерцептора,
 - четырехугольник янтарного цвета - интерцептор выпущен, отказ привода интерцептора, высота прямоугольника пропорциональна значению его угла отклонения,
 - наклонная линия белого цвета - интерцептор убран, привод интерцептора не активен,
 - четырехугольник белого цвета - интерцептор выпущен, привод интерцептора не активен, высота прямоугольника пропорциональна значению его угла отклонения,
 - четырехугольник черного цвета перечеркнутый крестом янтарного цвета - отказ привода интерцептора, недостоверная информация о его фактическом положении;
- индикаторы воздушного тормоза [5] Рис. 10, [6] Рис. 2 отображаются в семи вариантах:
 - наклонная линия зеленого цвета - секция воздушного тормоза убрана, привод секции воздушного тормоза исправен,
 - четырехугольник зеленого цвета - секция воздушного тормоза выпущена, привод секции воздушного тормоза исправен, высота

прямоугольника пропорциональна значению его угла отклонения,

- наклонная линия янтарного цвета - секция воздушного тормоза убрана, отказ привода секции воздушного тормоза,
- четырехугольник янтарного цвета - секция воздушного тормоза выпущена, отказ привода секции воздушного тормоза, высота прямоугольника пропорциональна значению его угла отклонения,
- наклонная линия белого цвета - секция воздушного тормоза убрана, привод секции воздушного тормоза не активен,
- четырехугольник белого цвета - секция воздушного тормоза выпущена, привод секции воздушного тормоза не активен, высота прямоугольника пропорциональна значению его угла отклонения,
- четырехугольник черного цвета перечеркнутый крестом янтарного цвета - отказ привода секции воздушного тормоза, недостоверная информация о его фактическом положении;
- индикатор положения ручки МУВТ [23] Рис. 10 отображается в трех вариантах:
 - надпись ARMED зеленого цвета - ручка МУВТ установлена в положение ARMED,
 - индикация отсутствует - ручка МУВТ установлена в положение RET, ½ или FULL,
 - прочерки янтарного цвета - недостоверные данные о положении ручки МУМК;
- индикатор направления движения предкрылков [20] Рис. 10 отображается в трех вариантах:
 - стрелка зеленого цвета влево - выпуск предкрылков,
 - стрелка зеленого цвета вправо - уборка предкрылков,
 - стрелка не индицируется - предкрылки неподвижны;
- индикатор направления движения закрылков [12] Рис. 10 отображается в трех вариантах:
 - стрелка зеленого цвета вправо - выпуск закрылков,
 - стрелка зеленого цвета влево - уборка закрылков,
 - стрелка не индицируется - закрылки неподвижны;
- индикатор положения ручки МУМК [16] Рис. 10 отображается в шести вариантах:
 - цифра 0 зеленого цвета - ручка МУМК установлена в положение 0,
 - цифра 1 зеленого цвета - ручка МУМК установлена в положение 1,
 - цифра 2 зеленого цвета - ручка МУМК установлена в положение 2,

- цифра 3 зеленого цвета - ручка МУМК установлена в положение 3,
- надпись FULL зеленого цвета - ручка МУМК установлена в положение FULL,
- прочерки янтарного цвета - недостоверные данные о положении ручки МУМК;
- индикаторы состояния и положения предкрылков [19] Рис. 10, закрылков [13] Рис. 10, отображаются в двух вариантах:
 - индикаторы белого цвета, соединительная дуга над индикаторами зеленого цвета - система управления предкрылками, закрылками, в исправном состоянии,
 - индикаторы янтарного цвета, соединительная дуга над индикаторами янтарного цвета - отказ системы управления предкрылками, закрылками;
- метки заданного положения предкрылков [18] Рис. 10, закрылков [14] Рис. 2, отображаются в виде окружностей зеленого цвета;
- метки диапазона отклонения секций предкрылков [17] Рис. 10, закрылков [15] Рис. 2, отображаются в виде окружностей белого цвета;
- зона индикации состояния и положения стабилизатора [11] Рис. 10 - отображается аналогично индикации стабилизатора на синоптической странице FCS.

Контрольные вопросы:

1. Из чего состоит индикация КСУ?
2. Из чего состоит индикация КСУ?
3. Что происходит при появлении отказов в работе КСУ...
4. Где отображается индикация состояния и положения многофункциональных интерцепторов, воздушных тормозов и механизации крыла?
5. Какое имеется условное обозначение КСУ на комплексном кадре EWD?
6. Где отображается индикатор состояния и положения четвертого интерцептора левой консоли крыла?
7. Где отображается индикатор состояния и положения третьего интерцептора левой консоли крыла?
8. Где отображается индикатор состояния и положения второго интерцептора левой консоли крыла?
9. Где отображается индикатор состояния и положения первого интерцептора левой консоли крыла?
10. Где отображается индикатор состояния и положения левой секции воздушных тормозов?
11. Где отображается индикатор состояния и положения правой секции воздушных тормозов?
12. Где отображается индикатор состояния и положения первого интерцептора правой консоли крыла?

13. Где отображается индикатор состояния и положения второго интерцептора правой консоли крыла?
14. Где отображается индикатор состояния и положения третьего интерцептора правой консоли крыла?
15. Где отображается индикатор состояния и положения четвертого интерцептора правой консоли крыла?
16. Где отображается зона индикации состояния и положения стабилизатора?
17. Где отображается индикатор направления движения закрылков?
18. Где отображается индикатор фактического положения закрылков?
19. Где отображается метка заданного положения закрылков?
20. Где отображается метка диапазона отклонения секций закрылков?
21. Где отображается индикатор положения ручки МУМК?
22. Где отображается метка диапазона отклонения секций предкрылков?
23. Где отображается метка заданного положения предкрылков?
24. Где отображается индикатор фактического положения предкрылков?
25. Где отображается индикатор направления движения предкрылков?
26. Как отображаются на кадре EWD предкрылки, закрылки и контур крыла?
27. Как отображаются на кадре EWD воздушные тормоза и контур крыла?
28. Что означает индикация индикатора интерцептора в виде наклонной линии зеленого цвета?
29. Что означает индикация индикатора интерцептора в виде четырехугольника зеленого цвета?
30. Что означает индикация индикатора интерцептора в виде наклонной линии янтарного цвета?
31. Что означает индикация индикатора интерцептора в виде четырехугольника янтарного цвета?
32. Что означает индикация индикатора интерцептора в виде наклонной линии белого цвета?
33. Что означает индикация индикатора интерцептора в виде четырехугольника белого цвета?
34. Что означает индикация индикатора интерцептора в виде четырехугольника черного цвета перечеркнутого крестом янтарного цвета?
35. Что означает индикация воздушного тормоза в виде?
36. Что означает индикация воздушного тормоза в виде четырехугольника зеленого цвета?
37. Что означает индикация воздушного тормоза в виде наклонной линии янтарного цвета?
38. Что означает индикация воздушного тормоза в виде четырехугольника янтарного цвета?
39. Что означает индикация воздушного тормоза в виде наклонной линии белого цвета?

40. Что означает индикация воздушного тормоза в виде четырехугольника белого цвета?
41. Что означает индикация воздушного тормоза в виде четырехугольника черного цвета перечеркнутого крестом янтарного цвета?
42. Что означает индикация индикатора положения ручки МУВТ в виде надписи ARMED зеленого цвета?
43. Что означает индикация индикатора положения ручки МУВТ в виде, когда индикация отсутствует?
44. Что означает индикация индикатора положения ручки МУВТ в виде прочерков янтарного цвета?
45. Что означает индикация индикатора направления движения предкрылков в виде стрелки зеленого цвета влево?
46. Что означает индикация индикатора направления движения предкрылков в виде стрелки зеленого цвета вправо?
47. Что означает индикация индикатора направления движения предкрылков когда стрелка не индицируется?
48. Что означает индикация индикатора направления движения закрылков в виде стрелки зеленого цвета влево?
49. Что означает индикация индикатора направления движения закрылков в виде стрелки зеленого цвета вправо?
50. Что означает индикация индикатора направления движения закрылков когда стрелка не индицируется?
51. Что означает индикация индикатора положения ручки МУМК в виде цифры 0 зеленого цвета?
52. Что означает индикация индикатора положения ручки МУМК в виде цифры 1 зеленого цвета?
53. Что означает индикация индикатора положения ручки МУМК в виде цифры 2 зеленого цвета?
54. Что означает индикация индикатора положения ручки МУМК в виде цифры 3 зеленого цвета?
55. Что означает индикация индикатора положения ручки МУМК в виде надписи FULL зеленого цвета?
56. Что означает индикация индикатора положения ручки МУМК в виде прочерков янтарного цвета?
57. Что означает индикация индикатора состояния и положения предкрылков в виде индикатора белого цвета, соединительная дуга над индикаторами зеленого цвета?
58. Что означает индикация индикатора состояния и положения предкрылков в виде индикаторов янтарного цвета, соединительная дуга над индикаторами янтарного цвета?
59. Как отображаются метки заданного положения предкрылков?
60. Как отображаются метки диапазона отклонения секций предкрылков?
61. Как отображается зона индикации состояния и положения стабилизатора?

9.2 Текстовые сообщения кадра EWD KCU

Перечень сообщений кадра EWD KCU приведен в табл. 6.

Таблица 6. Перечень сообщений кадра EWD KCU

Текстовое сообщение на EWD (CAS message)	Категория сообщения	Описание события	ЦСО	Звуковой сигнал или речевое сообщение	Примечание
FCS RUDDER FAULT	Caution	Потеря управления рулем направления	CAUT	Речевое сообщение: "Rudder fault" (Потеря управления рулем направления) два раза	Частота повторения речевого сообщения 5 секунд
FCS RUDDER JAM	Caution	Заклинивание руля направления	CAUT	Один удар колокола	
FCS L ELEV FAULT	Caution	Потеря управления левой секцией руля высоты	CAUT	Один удар колокола	
FCS R ELEV FAULT	Caution	Потеря управления правой секцией руля высоты	CAUT	Один удар колокола	
FCS L AIL FAULT	Caution	Потеря управления левым элероном	CAUT	Один удар колокола	
FCS R AIL FAULT	Caution	Потеря управления правым элероном	CAUT	Один удар колокола	
FCS DUAL INPUT STICKS	Caution	Одновременное перемещение двух УБРУ в противоположных направле-	CAUT	Речевое сообщение: "Dual input sticks" (Конфликтное	Частота повторения речевого сообщения 5 секунд

Текстовое сообщение на EWD (CAS message)	Категория сообщения	Описание события	ЦСО	Звуковой сигнал или речевое сообщение	Примечание
		ниях в связанном режиме работы		управление УБРУ) два раза	
FCS L STICK FAULT	Warning	Отказ левой УБРУ	WARN	Речевое сообщение: "Left sticks fault" (Отказ левой УБРУ) два раза	Частота повторения речевого сообщения 5 секунд
FCS R STICK FAULT	Warning	Отказ правой УБРУ	WARN	Речевое сообщение: "Right stics fault" (Отказ правой УБРУ) два раза	Частота повторения речевого сообщения 5 секунд
FCS L STICKS JAM	Caution	Заклинивание левой УБРУ	CAUT	Один удар колокола	
FCS R STICKS JAM	Caution	Заклинивание правой УБРУ	CAUT	Один удар колокола	
FCS PEDALS COUPLE FAULT	Advisory	Несвязанный режим работы ППУ	-	-	
FCS DUAL INPUT PEDALS	Caution	Одновременное перемещение педалей двух ППУ в противоположных направлениях	CAUT	Речевое сообщение: "Dual input pedals" (Конфликтное управление педалями) два раза	При рассоединении соединительной тяги. Частота повторения речевого сообщения 5 секунд
FCS	Caution	Отказ "Основ-	CAUT	Речевое со-	Частота по-

Текстовое сообщение на EWD (CAS message)	Категория сообщения	Описание события	ЦСО	Звуковой сигнал или речевое сообщение	Примечание
NORMAL MODE FAULT		ного" режима управления		общение: "Normal mode fault" (Отказ "Основного" режима управления) два раза	вторения речевого сообщения 5 секунд
FCS SPD-BK FAULT	Caution	Потеря управления воздушными тормозами	CAUT	Один удар колокола	
FCS SPD-BK LVR FAULT	Caution	Отказ модуля управления воздушными тормозами	CAUT	Один удар колокола	
FCS SPD-BK ARMED	Memo	Воздушные тормоза в положении ARM	-	-	
FCS RUDDER DEGRAD	Advisory	Уменьшение располагаемого шарнирного момента руля направления в два раза	-	-	
FCS STAB FAULT	Caution	Потеря управления стабилизатором	CAUT	Один удар колокола	
FCS FLAPS FAULT	Caution	Потеря управления закрылками	CAUT	Один удар колокола	
FCS SLATS FAULT	Caution	Потеря управления предкрылками	CAUT	Один удар колокола	

Текстовое сообщение на EWD (CAS message)	Категория сообщения	Описание события	ЦСО	Звуковой сигнал или речевое сообщение	Примечание
FCS FLAPS LVR FAULT	Caution	Отказ модуля управления механизацией крыла	CAUT	Один удар колокола	
FCS SLATS LO SPD	Advisory	Снижение скорости перемещения предкрылков на 50%	-	-	
FCS FLAPS LO SPD	Advisory	Снижение скорости перемещения закрылков на 50%	-	-	
FCS PROT DEGRAD	Caution	Отказ автоматического выпуска механизации крыла по минимальной скорости и снижение точности работы ограничительных функций по углу атаки и перегрузке	CAUT	Один удар колокола	
FCS PROT FAULT	Caution	Отказ ограничения по углу атаки и скольжения, защиты по минимальной и максимальной скорости, защиты по перегрузке	CAUT	Один удар колокола	
FCS ASM/THR PROT	Advisory	Отказ функции парирования несимметрич-	-	-	

Текстовое сообщение на EWD (CAS message)	Категория сообщения	Описание события	ЦСО	Звуковой сигнал или речевое сообщение	Примечание
FAULT		ной тяги двигателей			
FCS LO ALT PROT FAULT	Caution	Отказ ограничителей углов крена и тангажа малых высот	CAUT	Один удар колокола	
FCS AUTO SPD-BK FAULT	Caution	Отказ автоматического выпуска воздушных тормозов на посадке	CAUT	Один удар колокола	
FCS FLAPS CORR FAULT	Caution	Отказ автоматической коррекции положения механизации крыла	CAUT	Один удар колокола	
FCS DAMPER FAULT	Warning	Отказ демпфирования движения самолета по всем каналам (только для "Резервного" режима КСУ)	WARN	Речевое сообщение: "Dampner fault" (Отказ демпфирования движения самолета по всем каналам) два раза	Только для "Резервного" режима КСУ. Частота повторения речевого сообщения 5 секунд
FCS ICE MODE	Memo	Работает функция перестроения ограничителя угла атаки в зависимости от обледенения	-	-	
FCS FLAPS PROTECTION	Memo	Работает функция автоматической коррек-	-	-	

Текстовое сообщение на EWD (CAS message)	Категория сообщения	Описание события	ЦСО	Звуковой сигнал или речевое сообщение	Примечание
		ции положения механизации крыла			
FCS AP OFF	Warning	Отключение автопилота от кнопки на УБРУ, от кнопки AP на ПУ САУ или пересиливанием УБРУ	WARN	Звуковой сигнал: Кавалерийская атака (звук горна)	Время текстового сообщения – 9 секунд. Время продолжения звуковой сигнализации - 1,5 секунды
FCS AP FAULT	Warning	Отказ автопилота	WARN	Звуковой сигнал: Кавалерийская атака (звук горна)	Время текстового сообщения и время продолжения звуковой сигнализации - непрерывно, до подтверждения экипажем
FCS A/T OFF	Caution	Отключение автомата тяги от кнопки AT DISC на РУД, от кнопки A/T на пульте управления САУ, или пересиливанием РУД	CAUT	Один удар колокола	
FCS LEFT A/T OFF	Caution	Отключение автомата тяги левого двигателя из-за пере-	CAUT	Один удар колокола	

Текстовое сообщение на EWD (CAS message)	Категория сообщения	Описание события	ЦСО	Звуковой сигнал или речевое сообщение	Примечание
		сильвания левого РУД			
FCS RIGHT A/T OFF	Caution	Отключение автомата тяги правого двигателя из-за пере-сильвания пра-вого РУД	CAUT	Один удар колокола	
FCS LEFT A/T FAULT	Caution	Отказ автомата тяги на левом РУД или полный отказ FADEC левого двигателя при вкл. автомате тяги	CAUT	Один удар колокола	
FCS RIGHT A/T FAULT	Caution	Отказ автомата тяги на правом РУД или полный отказ FADEC правого двигателя при включенном автомате тяги	CAUT	Один удар колокола	
FCS A/T FAULT	Caution	Отказ автомата тяги	CAUT	Один удар колокола	
FCS L PEDAL FAULT	Caution	Отказ левого ППУ	CAUT	Один удар колокола	
FCS R PEDAL FAULT	Caution	Отказ правого ППУ	CAUT	Один удар колокола	
FCS SET MANAGED	Advisory	Необходимо управление тя-	-	-	

Текстовое сообщение на EWD (CAS message)	Категория сообщения	Описание события	ЦСО	Звуковой сигнал или речевое сообщение	Примечание
THRUST		гой вручную			
FCS A/P MODE CHANGED	Caution	Невозможность выполнения какого-либо режима	CAUT	Один удар колокола	

Контрольные вопросы:

1. Какова категория сообщения FCS RUDDER FAULT?
2. Какова категория сообщения FCS RUDDER JAM?
3. Какова категория сообщения FCS L ELEV FAULT?
4. Какова категория сообщения FCS R ELEV FAULT?
5. Какова категория сообщения FCS L AIL FAULT?
6. Какова категория сообщения FCS R AIL FAULT?
7. Какова категория сообщения FCS DUAL INPUT STICKS?
8. Какова категория сообщения FCS L STICK FAULT?
9. Какова категория сообщения FCS R STICK FAULT?
10. Какова категория сообщения FCS L STICKS JAM?
11. Какова категория сообщения FCS R STICKS JAM?
12. Какова категория сообщения FCS PEDALS COUPLE FAULT?
13. Какова категория сообщения FCS DUAL INPUT PEDALS?
14. Какова категория сообщения FCS NORMAL MODE FAULT?
15. Какова категория сообщения FCS SPD-BK FAULT?
16. Какова категория сообщения FCS SPD-BK LVR FAULT?
17. Какова категория сообщения FCS SPD-BK ARMED?
18. Какова категория сообщения FCS RUDDER DEGRAD?
19. Какова категория сообщения FCS STAB FAULT?
20. Какова категория сообщения FCS FLAPS FAULT?
21. Какова категория сообщения FCS SLATS FAULT?
22. Какова категория сообщения FCS FLAPS LVR FAULT?
23. Какова категория сообщения FCS SLATS LO SPD?
24. Какова категория сообщения FCS FLAPS LO SPD?
25. Какова категория сообщения FCS PROT DEGRAD?
26. Какова категория сообщения FCS PROT FAULT?
27. Какова категория сообщения FCS ASM/THR PROT FAULT?
28. Какова категория сообщения FCS LO ALT PROT FAULT?
29. Какова категория сообщения FCS AUTO SPD-BK FAULT?
30. Какова категория сообщения FCS FLAPS CORR FAULT?

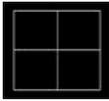
31. Какова категория сообщения FCS DAMPER FAULT?
32. Какова категория сообщения FCS ICE MODE?
33. Какова категория сообщения FCS FLAPS PROTECTION?
34. Какова категория сообщения FCS AP OFF?
35. Какова категория сообщения FCS AP FAULT?
36. Какова категория сообщения FCS A/T OFF?
37. Какова категория сообщения FCS LEFT A/T OFF?
38. Какова категория сообщения FCS RIGHT A/T OFF?
39. Какова категория сообщения FCS LEFT A/T FAULT?
40. Какова категория сообщения FCS RIGHT A/T FAULT?
41. Какова категория сообщения FCS A/T FAULT?
42. Какова категория сообщения FCS L PEDAL FAULT?
43. Какова категория сообщения FCS R PEDAL FAULT?
44. Какова категория сообщения FCS SET MANAGED THRUST?
45. Какова категория сообщения FCS A/P MODE CHANGED?
46. Что означает FCS RUDDER FAULT?
47. Что означает FCS RUDDER JAM?
48. Что означает FCS L ELEV FAULT?
49. Что означает FCS R ELEV FAULT?
50. Что означает FCS L AIL FAULT?
51. Что означает FCS R AIL FAULT?
52. Что означает FCS DUAL INPUT STICKS
53. Что означает FCS L STICK FAULT?
54. Что означает FCS R STICK FAULT?
55. Что означает FCS L STICKS JAM?
56. Что означает FCS R STICKS JAM?
57. Что означает FCS PEDALS COUPLE FAULT?
58. Что означает FCS DUAL INPUT PEDALS?
59. Что означает FCS NORMAL MODE FAULT?
60. Что означает FCS SPD-BK FAULT?
61. Что означает FCS SPD-BK LVR FAULT?
62. Что означает FCS SPD-BK ARMED?
63. Что означает FCS RUDDER DEGRAD?
64. Что означает FCS STAB FAULT?
65. Что означает FCS FLAPS FAULT?
66. Что означает FCS SLATS FAULT?
67. Что означает FCS FLAPS LVR FAULT?
68. Что означает FCS SLATS LO SPD?
69. Что означает FCS FLAPS LO SPD?
70. Что означает FCS PROT DEGRAD?
71. Что означает FCS PROT FAULT?
72. Что означает FCS ASM/THR PROT FAULT?
73. Что означает FCS LO ALT PROT FAULT?
74. Что означает FCS AUTO SPD-BK FAULT?

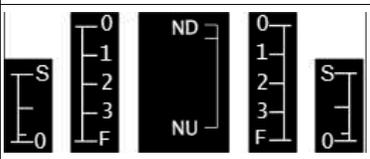
75. Что означает FCS FLAPS CORR FAULT?
76. Что означает FCS DAMPER FAULT?
77. Что означает FCS ICE MODE?
78. Что означает FCS FLAPS PROTECTION?
79. Что означает FCS AP OFF?
80. Что означает FCS AP FAULT?
81. Что означает FCS A/T OFF?
82. Что означает FCS LEFT A/T OFF?
83. Что означает FCS RIGHT A/T OFF?
84. Что означает FCS LEFT A/T FAULT?
85. Что означает FCS RIGHT A/T FAULT?
86. Что означает FCS A/T FAULT?
87. Что означает FCS L PEDAL FAULT?
88. Что означает FCS R PEDAL FAULT?
89. Что означает FCS SET MANAGED THRUST?
90. Что означает FCS A/P MODE CHANGED?

9.3 Индикация КСУ на синоптической странице FCS

Условные обозначения на синоптической странице FCS приведены в табл. 7.

Таблица 7. Условные обозначения на синоптической странице FCS

Условное обозначение	Наименование
	Универсальная боковая ручка управления
	Шкалы отклонения элеронов, руля высоты и руля направления
	Шкалы функции триммирования элеронов и руля направления
	Метки отклонения элеронов, руля высоты и руля направления
	Метки функции триммирования элеронов и руля направления
	Индикатор электрогидравлического рулевого привода

Условное обозначение	Наименование
	Шкалы выпуска-уборки предкрылков, закрылков и отклонения стабилизатора
	Вычислители
	Двигатель

Индикация КСУ на синоптической странице FCS приведена на рис. 11. Условные обозначения к рис. 11 представлены в табл.8.

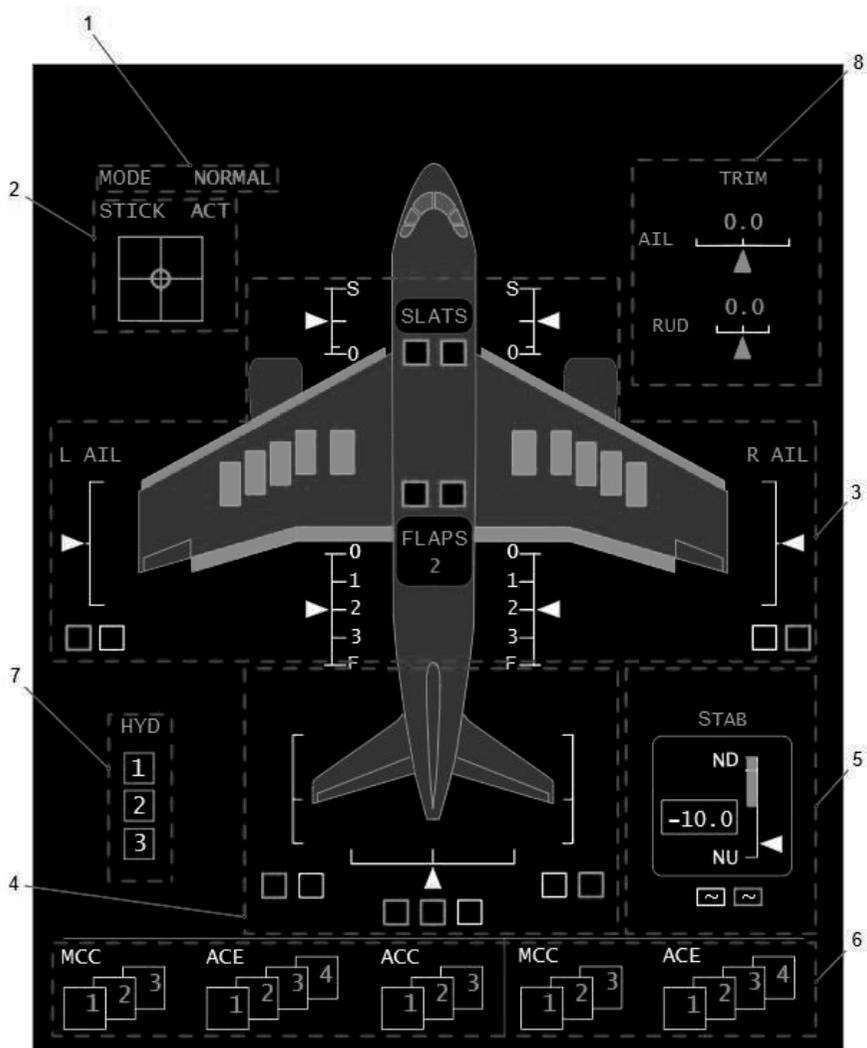


Рисунок 11. Синоптическая страница FCS

Таблица 8. Условные обозначения к рис. 11:

1	Зона индикации режима КСУ	5	Зона индикации состояния и положения стабилизатора
2	Зона индикации состояния и положения универсальных боковых ручек управления	6	Зона индикации состояния вычислителей ИВК
3	Зона индикации состояния и положения механизации крыла, интерцепторов, воздушных тормозов и элеронов	7	Зона индикации состояния гидросистем
4	Зона индикации состояния и положения руля направления и руля высоты	8	Зона индикации состояния и положения элеронов и руля направления при триммировании

Синоптическая страница FCS состоит из зон индикации:

- режим КСУ [1] Рис. 11,
- состояние и положение УБРУ [2] Рис. 11,
- состояние и положение механизации крыла, интерцепторов, воздушных тормозов и элеронов [3] Рис. 11,
- состояние и положение руля направления и руля высоты [4] Рис. 1,
- состояние и положение стабилизатора [5] Рис. 11,
- состояние вычислителей [6] Рис. 11,
- состояние гидросистем [7] Рис. 11,
- состояние элеронов и руля направления при триммировании [8] Рис. 11.

Зоны индикации включают в себя синоптические фрагменты соответствующей информации.

Общий вид синоптической страницы

Основные общие виды синоптической страницы представлены на рис. 12, рис. 13 и рис. 14.

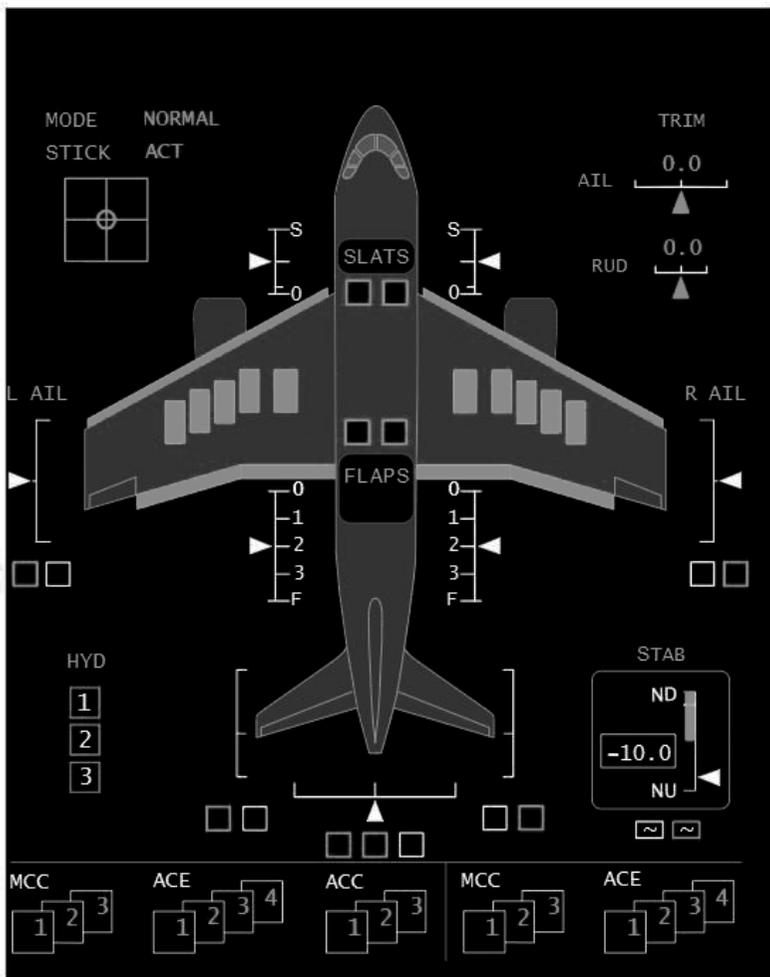


Рисунок 12. Общий вид синоптической страницы КСУ в предполетном состоянии

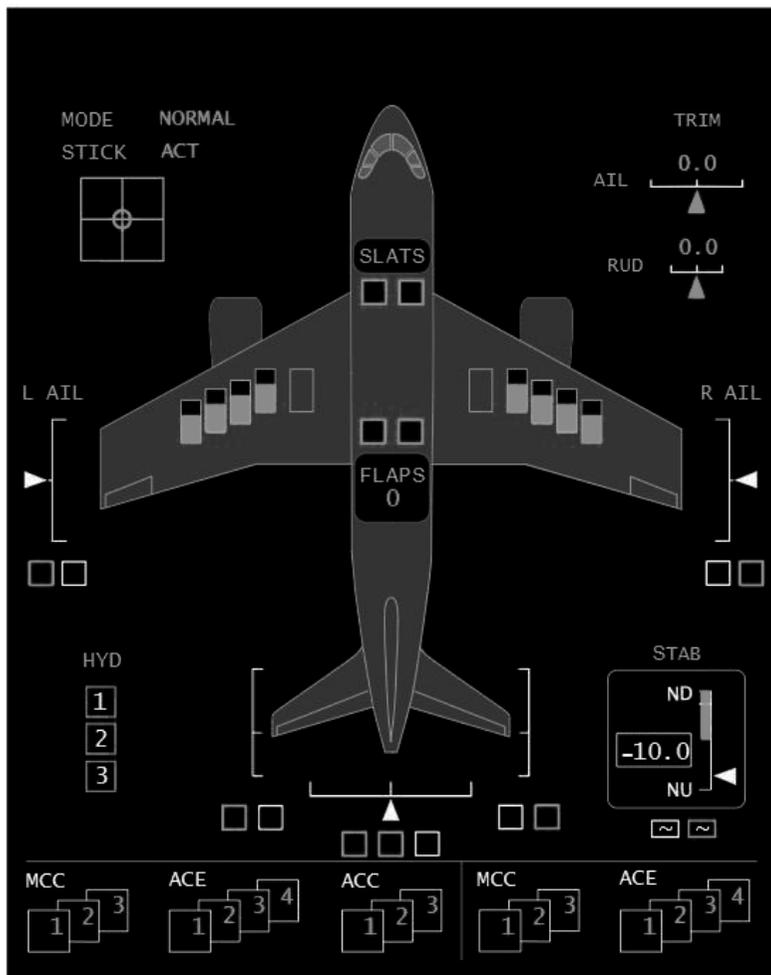


Рисунок 13. Общий вид синоптической страницы КСУ в горизонтальном полете. Интерцепторы выпущены в положение ½.

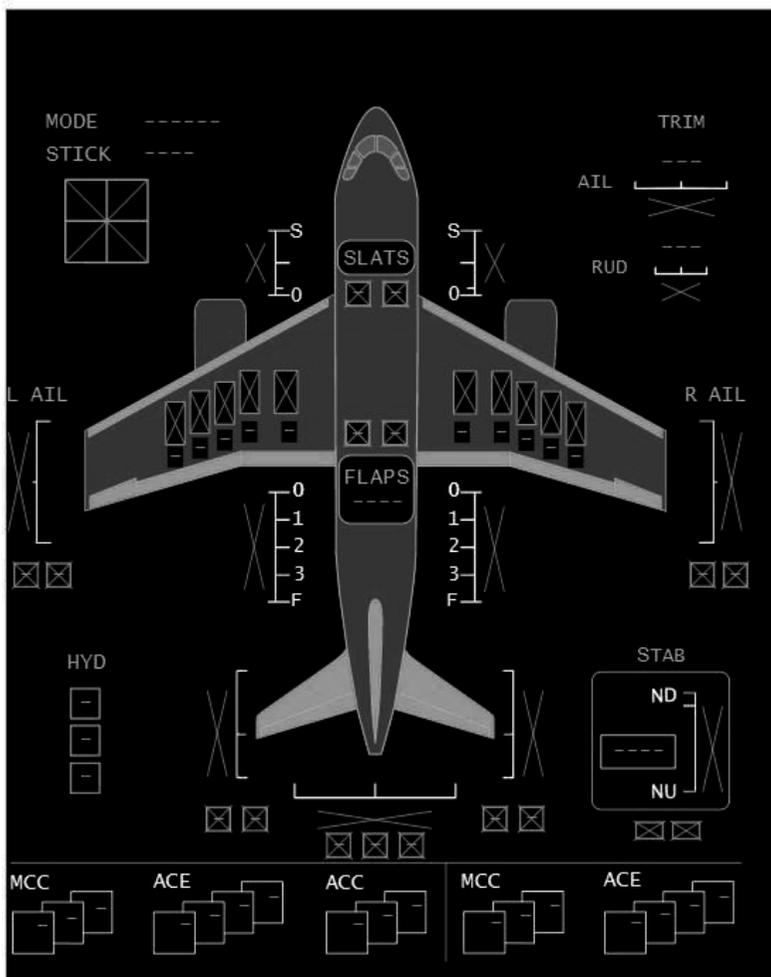


Рисунок 14. Общий вид синоптической страницы КСУ при недостоверности информации.

Описание символов синоптического фрагмента режим КСУ

В зоне индикации режима КСУ [1] Рис. 13 отображается:

- надпись MODE белым цветом - наименование режима работы КСУ
- надпись NORMAL зеленым цветом - "Основной" режим работы КСУ
- надпись DIRECT янтарным цветом - "Резервный" режим работы КСУ
- прочерки янтарным цветом - недостоверные информация о режиме работы КСУ.

Описание символов синоптического фрагмента состояния и положения универсальных боковых ручек управления

Индикация состояния и положения УБРУ на странице FCS приведена на рис. 15.

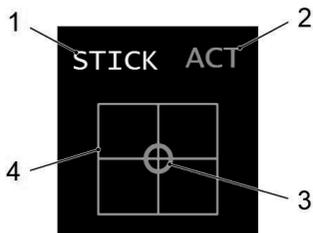


Рисунок 15. Индикация состояния и положения УБРУ

Таблица 9. Условные обозначения к рис. 15:

1	Надпись STICK	3	Индикатор состояния и положения УБРУ
2	Индикатор активности	4	Шкала отклонения УБРУ

Индикация состояния и положения УБРУ отображается следующим образом:

- надпись STICK белого цвета [1] Рис. 15- наименование УБРУ;
- индикатор активности [2] Рис. 15 отображается в трех вариантах:
 - надпись АСТ зеленого цвета - УБРУ в "Активном" режиме,
 - надпись PSSV янтарного цвета - УБРУ в "Пассивном" режиме,
 - прочерки янтарного цвета - нет достоверной информации о состоянии УБРУ;
- индикатор состояния и положения УБРУ [3] Рис. 15 отображается в виде окружности в четырех вариантах:
 - индикатор зеленого цвета - УБРУ исправны и в "Активном" режиме,
 - индикатор зеленого цвета перемещается только в горизонтальной плоскости - УБРУ в "Активном" режиме, недостоверный сигнал по тангажу,
 - индикатор зеленого цвета перемещается только в вертикальной плоскости - УБРУ в "Активном" режиме, недостоверный сигнал по крену,
 - крест оранжевого цвета на всю шкалу отклонения УБРУ - УБРУ выдают недостоверный сигнал по тангажу и крену.

Описание символов синоптического фрагмента состояния и положения элеронов и руля направления при триммировании

Индикация состояния и положения элеронов и руля направления при триммировании на странице FCS приведена на рис. 16.

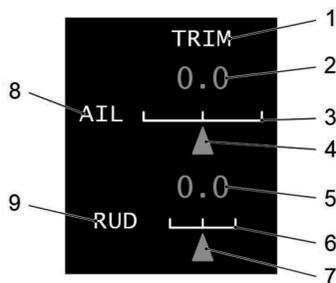


Рисунок 16. Индикация состояния и положения элеронов и руля направления при триммировании

Таблица 10. Условные обозначения к рис. 16:

1	Надпись TRIM	6	Шкала угла триммирования руля направления
2	Числовое значение угла отклонения элеронов при триммировании	7	Метка триммирования руля направления
3	Шкала угла триммирования элерона	8	Надпись AIL
4	Метка триммирования элеронов	9	Надпись RUD
5	Числовое значение угла отклонения руля направления при триммировании		

Символы индикации состояния и положения элеронов и руля направления при триммировании отображаются следующим образом:

- надпись TRIM [1] Рис. 16 белого цвета - функция триммирования;
- надпись AIL [2] Рис. 16 белого цвета - функция триммирования элеронов;
- шкала функции триммирования элеронов [3] Рис. 16 - скоба белого цвета с риской нейтрального положения;
- метка триммирования элеронов [4] Рис. 16 отображается в трех вариантах:
 - треугольник зеленого цвета - функция триммирования элеронов исправна,
 - треугольник янтарного цвета - отказ функции триммирования элеронов,
 - шкала триммирования с крестом янтарного цвета - недостоверная информация о фактическом положении элеронов при триммировании;
- числовое значение угла отклонения элеронов при триммировании [2] Рис. 16 отображается в трех вариантах:
 - цифра зеленого цвета - значение угла триммирования элеронов,
 - цифра янтарного цвета - отказ функции триммирования элеронов (отображается последнее достоверное значение угла),
 - прочерки янтарного цвета - недостоверная информация о числовом значении угла триммирования элеронов,
- надпись RUD [9] Рис. 16 белого цвета - функция триммирования руля направления;

- скоба белого цвета с риской нейтрального положения - шкала функции триммирования руля направления [6] Рис. 16;
- метка триммирования руля направления [7] Рис. 8 отображается в трех вариантах:
 - треугольник зеленого цвета - функция триммирования руля направления исправна,
 - треугольник янтарного цвета - отказ функции триммирования руля направления,
 - шкала триммирования с крестом янтарного цвета - недостоверная информация о фактическом положении руля направления при триммировании;
- числовое значение угла отклонения руля направления при триммировании [5] Рис. 8 отображается в трех вариантах:
 - цифра зеленого цвета - значение угла триммирования руля направления,
 - цифра янтарного цвета - отказ функции триммирования руля направления (отображается последнее достоверное значение угла),
 - прочерки янтарного цвета - недостоверная информация о числовом значении угла триммирования руля направления.

Описание символов синоптического фрагмента состояния и положения механизации крыла, интерцепторов, воздушных тормозов и элеронов

Индикация состояния и положения интерцепторов и воздушных тормозов на странице FCS приведена на рис. 17.

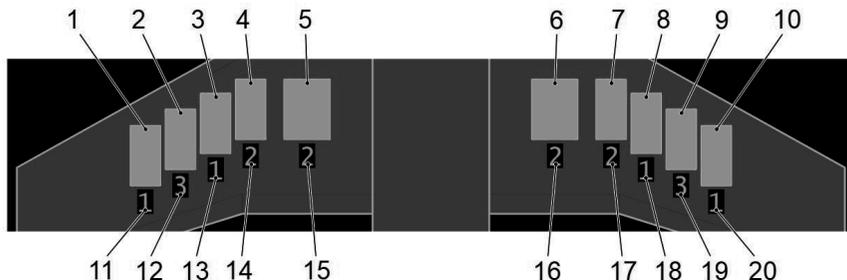


Рисунок 17. Индикация состояния и положения интерцепторов и воздушных тормозов

Таблица 11. Условные обозначения к рис. 17:

1	Индикатор четвертого интерцептора левой консоли крыла	10	Индикатор четвертого интерцептора правой консоли крыла
2	Индикатор третьего интерцептора левой консоли крыла	11	Индикатор первой гидросистемы
3	Индикатор второго интерцептора левой консоли крыла	12	Индикатор третьей гидросистемы
4	Индикатор первого интерцеп-	13	Индикатор первой гидроси-

	тора левой консоли крыла		стеи
5	Индикатор левой секции воздушного тормоза	14, 15, 16, 17	Индикатор второй гидросистемы
6	Индикатор правой секции воздушного тормоза	18	Индикатор первой гидросистемы
7	Индикатор первого интерцептора правой консоли крыла	19	Индикатор третьей гидросистемы
8	Индикатор второго интерцептора правой консоли крыла	20	Индикатор первой гидросистемы
9	Индикатор третьего интерцептора правой консоли крыла		

Символы индикации состояния и положения интерцепторов и воздушных тормозов отображаются следующим образом:

- индикаторы секций воздушного тормоза [5] Рис. 17, [6] Рис. 17 отображаются в пяти вариантах:
 - прямоугольник серого цвета - воздушный тормоз убран,
 - прямоугольник зеленого цвета - воздушный тормоз выпущен, привод исправен, высота прямоугольника пропорциональна значению угла отклонения воздушного тормоза,
 - прямоугольник янтарного цвета - воздушный тормоз выпущен, отказ привода, высота прямоугольника пропорциональна значению угла отклонения воздушного тормоза,
 - прямоугольник белого цвета - воздушный тормоз выпущен, привод не активен, высота прямоугольника пропорциональна значению угла отклонения воздушного тормоза,
 - прямоугольник черного цвета перечеркнутый крестом янтарного цвета - отказ привода, недостоверная информация о фактическом положении воздушного тормоза;
- индикаторы интерцепторов [1] Рис. 17, [2] Рис. 17, [3] Рис. 17, [4] Рис. 17, [7] Рис. 17, [8] Рис. 17, [9] Рис. 17, [10] Рис. 17 отображаются в пяти вариантах:
 - прямоугольник серого цвета - интерцептор убран,
 - прямоугольник зеленого цвета - интерцептор выпущен, привод исправен, высота прямоугольника пропорциональна значению угла отклонения интерцептора,
 - прямоугольник янтарного цвета - интерцептор выпущен, отказ привода, высота прямоугольника пропорциональна значению угла отклонения интерцептора,
 - прямоугольник белого цвета - интерцептор выпущен, привод не активен, высота прямоугольника пропорциональна значению угла отклонения интерцептора,

- прямоугольник черного цвета перечеркнутый крестом янтарного цвета - отказ привода, недостоверная информация о фактическом положении интерцептора;
- индикаторы гидросистем [11] Рис. 17, [13] Рис. 17, [18] Рис. 17, [20] Рис. 17, [14] Рис. 17, [15] Рис. 9, [16] Рис. 17, [17] Рис. 17, [12] Рис. 17, [19] Рис. 17 отображаются в трех вариантах:
 - цифра номера гидросистемы не отображается - давление гидросистемы в норме,
 - цифра номера гидросистемы янтарного цвета - давление гидросистемы ниже нормы,
 - прочерк янтарного цвета - недостоверная информация о состоянии гидросистемы.

Индикация состояния и положения элеронов на странице FCS приведена на рис. 18.

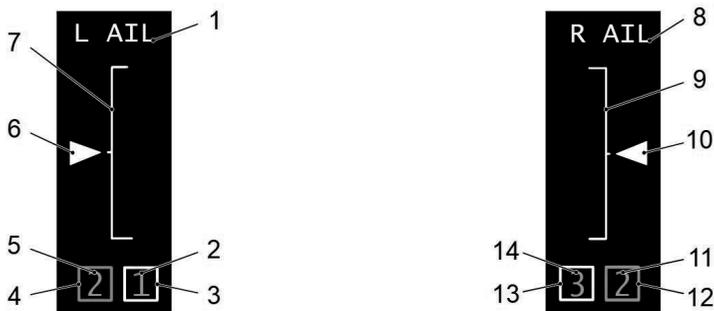


Рисунок 18. Индикация состояния и положения элеронов

Таблица 12. Условные обозначения к рис. 18:

1	Надпись L AIL	8	Надпись R AIL
2	Индикатор первой гидросистемы	9	Шкала отклонения правого элерона
3	Индикатор внутреннего привода левого элерона	10	Метка отклонения правого элерона
4	Индикатор внешнего привода левого элерона	11	Индикатор второй гидросистемы
5	Индикатор второй гидросистемы	12	Индикатор внешнего привода правого элерона
6	Метка отклонения левого элерона	13	Индикатор внутреннего привода правого элерона
7	Шкала отклонения левого элерона	14	Индикатор третьей гидросистемы

Символы индикации состояния и положения элеронов отображаются следующим образом:

- надпись L AIL [1] Рис. 18 белого цвета - наименование левого элерона;
- надпись R AIL [8] Рис. 18 белого цвета - наименование правого элерона;
- скобы белого цвета с рисками нейтрального положения - шкалы отклонения элеронов [7] Рис. 18, [9] Рис. 18;
- метки отклонения элеронов [6] Рис. 18, [10] Рис. 18 отображаются в трех вариантах:
 - треугольник белого цвета - хотя бы один привод элерона исправен и выдает сигнал о положении элерона,
 - треугольник янтарного цвета - отказ двух приводов элерона,
 - крест янтарного цвета - недостоверная информация фактическом положении элерона;
- индикаторы приводов элеронов [4] Рис. 18, [12] Рис. 18, [3] Рис. 18, [13] Рис. 18 отображаются в четырех вариантах:
 - прямоугольник белого цвета - привод находится в "Пассивном" режиме,
 - прямоугольник зеленого цвета - привод находится в "Активном" режиме,
 - прямоугольник янтарного цвета - отказ привода,
 - прямоугольник янтарного цвета, перечеркнутый крестом янтарного цвета - недостоверная информация о состоянии привода;
- индикаторы гидросистем [2] Рис. 18, [5] Рис. 18, [11] Рис. 18, [14] Рис. 18 отображаются в трех вариантах:
 - цифра номера гидросистемы не отображается - давление гидросистемы в норме,
 - цифра номера гидросистемы янтарного цвета - давление гидросистемы ниже нормы,
 - прочерк янтарного цвета - недостоверная информация о состоянии гидросистемы.

Индикация исправного состояния элеронов на контуре самолета отображается в двух вариантах:

- элероны серого цвета - отсутствуют отказы в управлении элеронами (Рис. 18)
- элероны янтарного цвета - отказ в управлении элеронами, недостоверная информация о положении элеронов (Рис. 18).

Индикация состояния и положения предкрылков.

Индикация представлена на странице FCS и приведена на рис. 19. Условные обозначения приведены в табл.13.

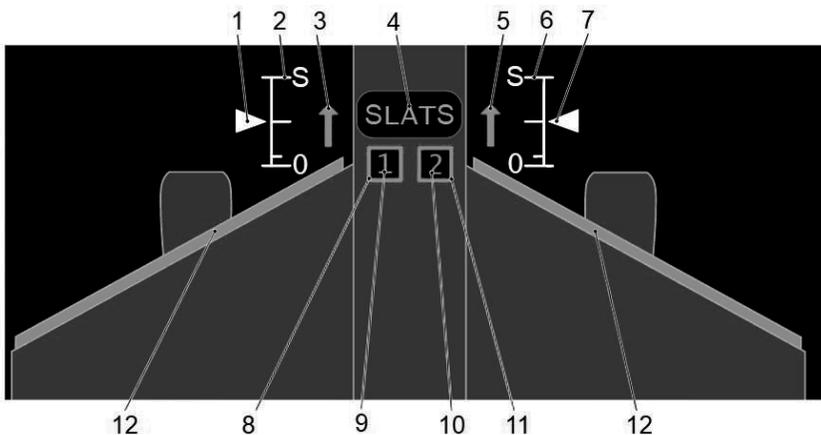


Рисунок 19. Индикация состояния и положения предкрылков

Таблица 13. Условные обозначения к рис. 19:

1	Метка положения предкрылков	7	Метка положения предкрылков
2	Шкала выпуска-уборки предкрылков	8	Индикатор левого канала привода предкрылков
3	Индикатор направления движения предкрылков	9	Индикатор первой гидросистемы
4	Надпись SLATS	10	Индикатор второй гидросистемы
5	Индикатор направления движения предкрылков	11	Индикатор правого канала привода предкрылков
6	Шкала выпуска-уборки предкрылков	12	Индикатор состояния предкрылков

Символы индикации состояния и положения предкрылков отображаются следующим образом:

- надпись SLATS белого цвета [4] Рис. 19 - наименование предкрылков,
- скобы белого цвета с рисками, с символами белого цвета 0 и S - шкалы выпуска-уборки предкрылков [2] Рис. 19, [6] Рис. 19,
- метки положения предкрылков [1] Рис. 19, [7] Рис. 19 отображаются в трех вариантах:
 - треугольник белого цвета - хотя бы один канал привода предкрылков исправен и выдает сигнал об их положении,
 - треугольник янтарного цвета - отказ двух каналов привода предкрылков (и/или их заклинивание),
 - крест янтарного цвета - недостоверная информация о фактическом положении предкрылков,

- индикаторы направления движения предкрылков [3] Рис. 19, [5] Рис. 19 отображаются в трех вариантах:
 - стрелка зеленого цвета вверх - выпуск предкрылков,
 - стрелка зеленого цвета вниз - уборка предкрылков,
 - стрелка не индицируется - предкрылки неподвижны;
- индикаторы каналов приводов предкрылков [8] Рис. 19, [11] Рис. 19 отображаются в четырех вариантах:
 - прямоугольник белого цвета - канал привода находится в "Пассивном" режиме,
 - прямоугольник зеленого цвета - канал привода находится в "Активном" режиме,
 - прямоугольник янтарного цвета - отказ канала привода,
 - прямоугольник янтарного цвета перечеркнутый крестом янтарного цвета - недостоверная информация о состоянии канала привода;
- индикаторы гидросистем [9] Рис. 11, [10] Рис. 11 отображаются в трех вариантах:
 - цифра номера гидросистемы не отображается - давление гидросистемы в норме,
 - цифра номера гидросистемы янтарного цвета - давление гидросистемы ниже нормы,
 - прочерк янтарного цвета - недостоверная информация о состоянии гидросистемы.

Индикация исправного состояния предкрылков на контуре самолета отображается в трех вариантах:

- предкрылки не отображаются - отсутствуют отказы в управлении предкрылками, предкрылки убраны,
- предкрылки зеленого цвета - отсутствуют отказы в управлении предкрылками, предкрылки выпущены,
- предкрылки янтарного цвета - отказ в управлении предкрылками, недостоверная информация о состоянии привода.

Контрольные вопросы:

1. Как обозначена на синоптической странице FCS универсальная боковая ручка управления?
2. Как обозначены на синоптической странице FCS шкалы отклонения элеронов, руля высоты и руля направления?
3. Как обозначены на синоптической странице FCS шкалы функции триммирования элеронов и руля направления?
4. Как обозначены на синоптической странице FCS метки отклонения элеронов, руля высоты и руля направления?
5. Как обозначены на синоптической странице FCS метки функции триммирования элеронов и руля направления?
6. Как обозначен на синоптической странице FCS индикатор электрогидравлического рулевого привода?

7. Как обозначены на синоптической странице FCS шкалы выпуска-уборки предкрылков, закрылков и отклонения стабилизатора?
8. Как обозначены на синоптической странице FCS вычислители?
9. Как обозначен на синоптической странице FCS двигатель?
10. Где на синоптической странице FCS находится зона индикации режима КСУ?
11. Где на синоптической странице FCS находится зона индикации состояния и положения универсальных боковых ручек управления?
12. Где на синоптической странице FCS находится зона индикации состояния и положения механизации крыла, интерцепторов, воздушных тормозов и элеронов?
13. Где на синоптической странице FCS находится зона индикации состояния и положения руля направления и руля высоты?
14. Где на синоптической странице FCS находится зона индикации состояния и положения стабилизатора?
15. Где на синоптической странице FCS находится зона индикации состояния вычислителей ИВК?
16. Где на синоптической странице FCS находится зона индикации состояния гидросистем?
17. Где на синоптической странице FCS находится зона индикации состояния и положения элеронов и руля направления при триммировании?
18. Что означает на синоптической странице FCS надпись MODE?
19. Что означает на синоптической странице FCS надпись NORMAL?
20. Что означает на синоптической странице FCS надпись DIRECT?
21. Что означает на синоптической странице FCS прочерки?
22. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения универсальных боковых ручек управления находится надпись STICK?
23. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения универсальных боковых ручек управления находится индикатор активности?
24. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения универсальных боковых ручек управления находится индикатор состояния и положения УБРУ?
25. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения универсальных боковых ручек управления находится шкала отклонения УБРУ?
26. В каком варианте отображается индикатор активности УБРУ?
27. В каком варианте отображается индикатор состояния и положения УБРУ?
28. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения элеронов и руля направления при триммировании находится надпись TRIM?
29. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения элеронов и руля направления при триммировании находится числовое значение угла отклонения элеронов при триммировании?

30. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения элеронов и руля направления при триммировании находится шкала угла триммирования элерона?
31. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения элеронов и руля направления при триммировании находится метка триммирования элеронов?
32. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения элеронов и руля направления при триммировании находится числовое значение угла отклонения руля направления при триммировании?
33. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения элеронов и руля направления при триммировании находится шкала угла триммирования руля направления?
34. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения элеронов и руля направления при триммировании находится метка триммирования руля направления?
35. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения элеронов и руля направления при триммировании находится надпись AIL?
36. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения элеронов и руля направления при триммировании находится надпись RUD?
37. Что означает надпись TRIM?
38. Что означает надпись AIL?
39. Как отображается шкала функции триммирования элеронов?
40. В каком варианте отображается метка триммирования элеронов?
41. В каком варианте отображается числовое значение угла отклонения элеронов при триммировании?
42. Что означает надпись RUD?
43. В каком варианте отображается скоба белого цвета с риской нейтрального положения?
44. В каком варианте отображается метка триммирования руля направления?
45. В каком варианте отображается числовое значение угла отклонения руля направления при триммировании?
46. В каком варианте отображается числовое значение угла отклонения элеронов при триммировании?
47. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения находится индикатор четвертого интерцептора левой консоли крыла?
48. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения находится индикатор третьего интерцептора левой консоли крыла?
49. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения находится индикатор второго интерцептора левой консоли крыла?
50. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения находится индикатор первого интерцептора левой консоли крыла?
51. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения находится индикатор левой секции воздушного тормоза?

52. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения находится индикатор правой секции воздушного тормоза?
53. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения находится индикатор первого интерцептора правой консоли крыла?
54. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения находится индикатор второго интерцептора правой консоли крыла?
55. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения находится индикатор третьего интерцептора правой консоли крыла?
56. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения находится индикатор четвертого интерцептора правой консоли крыла?
57. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения находится индикатор первой гидросистемы?
58. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения находится индикатор третьей гидросистемы?
59. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения находится индикатор первой гидросистемы?
60. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения находится индикатор второй гидросистемы?
61. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения находится индикатор первой гидросистемы?
62. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения находится индикатор третьей гидросистемы?
63. Где на синоптическом фрагменте состояния и положения находится индикатор первой гидросистемы?
64. В каком варианте отображаются индикаторы секций воздушного тормоза?
65. В каком варианте отображаются индикаторы интерцепторов?
66. В каком варианте отображаются индикаторы гидросистем?
67. Где на странице FCS показана надпись L AIL?
68. Где на странице FCS показан индикатор первой гидросистемы?
69. Где на странице FCS показан индикатор внутреннего привода левого элерона?
70. Где на странице FCS показан индикатор внешнего привода левого элерона?
71. Где на странице FCS показан индикатор второй гидросистемы?
72. Где на странице FCS показана метка отклонения левого элерона?
73. Где на странице FCS показана шкала отклонения левого элерона?
74. Где на странице FCS показана надпись R AIL?
75. Где на странице FCS показана шкала отклонения правого элерона?
76. Где на странице FCS показана метка отклонения правого элерона?
77. Где на странице FCS показан индикатор второй гидросистемы?
78. Где на странице FCS показан индикатор внешнего привода правого элерона?

79. Где на странице FCS показан индикатор внутреннего привода правого элерона?
80. Где на странице FCS показан индикатор третьей гидросистемы?
81. Что означает надпись L AIL?
82. Что означает надпись R AIL?
83. Что означают скобы белого цвета с рисками нейтрального положения?
84. В каком варианте отображаются метки отклонения элеронов?
85. В каком варианте отображаются индикаторы приводов элеронов?
86. В каком варианте отображаются индикаторы гидросистем?
87. Как осуществляется индикация исправного состояния элеронов на контуре самолета?
88. Как осуществляется индикация неисправного состояния элеронов на контуре самолета?
89. Где на синоптической странице FCS находится метка положения предкрылков?
90. Где на синоптической странице FCS находится шкала выпуска-уборки предкрылков?
91. Где на синоптической странице FCS находится индикатор левого канала привода предкрылков?
92. Где на синоптической странице FCS находится индикатор направления движения предкрылков?
93. Где на синоптической странице FCS находится индикатор первой и второй гидросистемы?
94. Где на синоптической странице FCS находится надпись SLATS?
95. Где на синоптической странице FCS находится индикатор правого канала привода предкрылков?
96. Где на синоптической странице FCS находится индикатор состояния предкрылков?
97. Что означает на синоптической странице FCS надпись SLATS?
98. Что означают на синоптической странице FCS скобы белого цвета с рисками, с символами белого цвета 0 и S?
99. В каких вариантах на синоптической странице FCS отображаются метки положения предкрылков?
100. В каких вариантах на синоптической странице FCS отображаются индикаторы направления движения предкрылков?
101. В каких вариантах на синоптической странице FCS отображаются индикаторы каналов приводов предкрылков?
102. В каких вариантах на синоптической странице FCS отображаются индикаторы гидросистем?
103. В каких вариантах на синоптической странице FCS отображаются индикация исправного состояния предкрылков на контуре самолета?

Литература:

1. Руководство по технической эксплуатации МС-21. Раздел 27. Комплексная система управления. Портал эксплуатационной документации Иркут.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ.....	3
1.1 Режимы работы КСУ.....	3
1.2 Взаимодействие с другими системами.....	7
1.3 Индикация и схема КСУ.....	11
Контрольные вопросы.....	12
2. УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕРОНАМИ.....	14
Контрольные вопросы.....	16
3 УПРАВЛЕНИЕ РУЛЕМ НАПРАВЛЕНИЯ.....	17
Контрольные вопросы.....	19
4 УПРАВЛЕНИЕ РУЛЕМ ВЫСОТЫ.....	20
Контрольные вопросы.....	22
5 УПРАВЛЕНИЕ СТАБИЛИЗАТОРОМ.....	22
Контрольные вопросы.....	24
6 УПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЗАЦИЕЙ КРЫЛА.....	25
6.1 Управление закрылками.....	29
6.2 Управление предкрылками.....	31
Контрольные вопросы.....	33
7 УПРАВЛЕНИЕ ИНТЕРЦЕПТОРАМИ И ВОЗДУШНЫМИ ТОРМОЗАМИ.....	35
Контрольные вопросы.....	37
8. ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ КСУ.....	39
8.1 Органы ручного управления самолетом.....	39
8.2 Органы автоматического управления самолетом.....	39
Контрольные вопросы.....	40
9. ИНДИКАЦИЯ КСУ.....	45
9.1 Индикация КСУ на комплексном кадре EWD.....	45
9.2 Текстовые сообщения кадра EWD КСУ.....	52
9.3 Индикация КСУ на синоптической странице FCS.....	61
Контрольные вопросы.....	75
Литература.....	80