



САТК

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА**  
ЕГОРЬЕВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИМЕНИ В.П.ЧКАЛОВА  
ФИЛИАЛ ФБГОУ МГТУ ГА

# Приборное Оборудование

## Раздел 8. Гироскопические приборы и системы автоматического управления

Тема №2 Использование гироскопа в качестве указателя курса  
Гирополукомпас и курсовая система. Автоматизация процесса  
пилотирования. Автопилот и его работа. Принцип построения  
системы автоматического управления ЛА. Режим работы  
системы



# СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЁТОМ

САУ предназначена для:

- автоматического управления полетом;
- директорного управления;
- автоматического управления тягой двигателей.



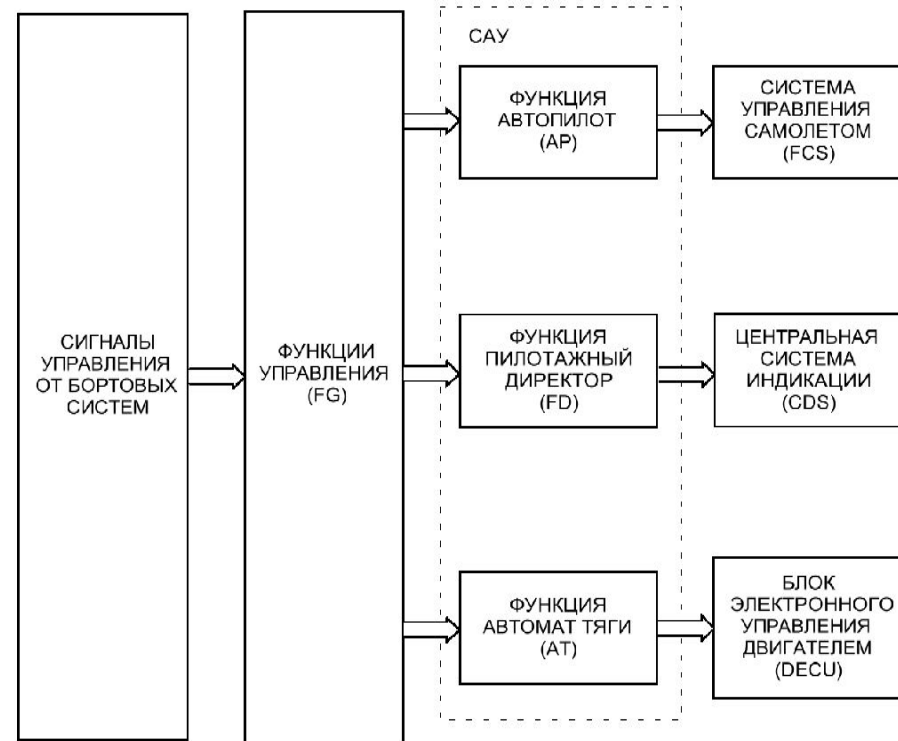
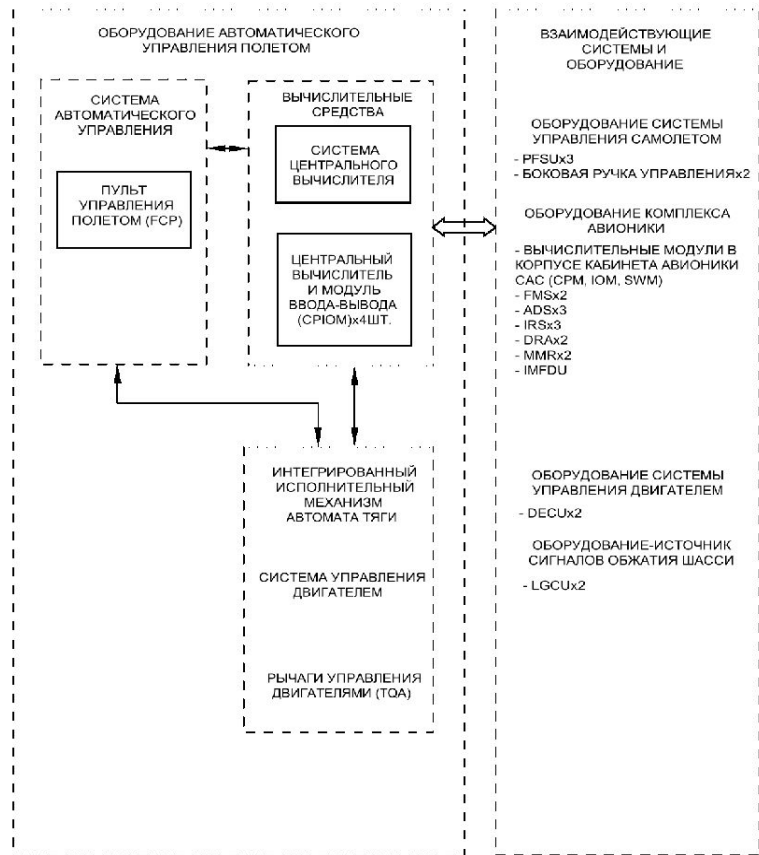


# Функции САУ

- автоматическое управление полётом по тангажу, крену и рысканью в режимах управления полетом, заданных экипажем (АР);
- — директорное управление по тангажу и крену в режимах управления полётом, заданных экипажем (FD);
- — автоматическое управление тягой двигателей в режимах управления полётом, заданных экипажем или системой управления самолетом, или в режимах, сопряжённых с режимами
- АР/FD (АТ).

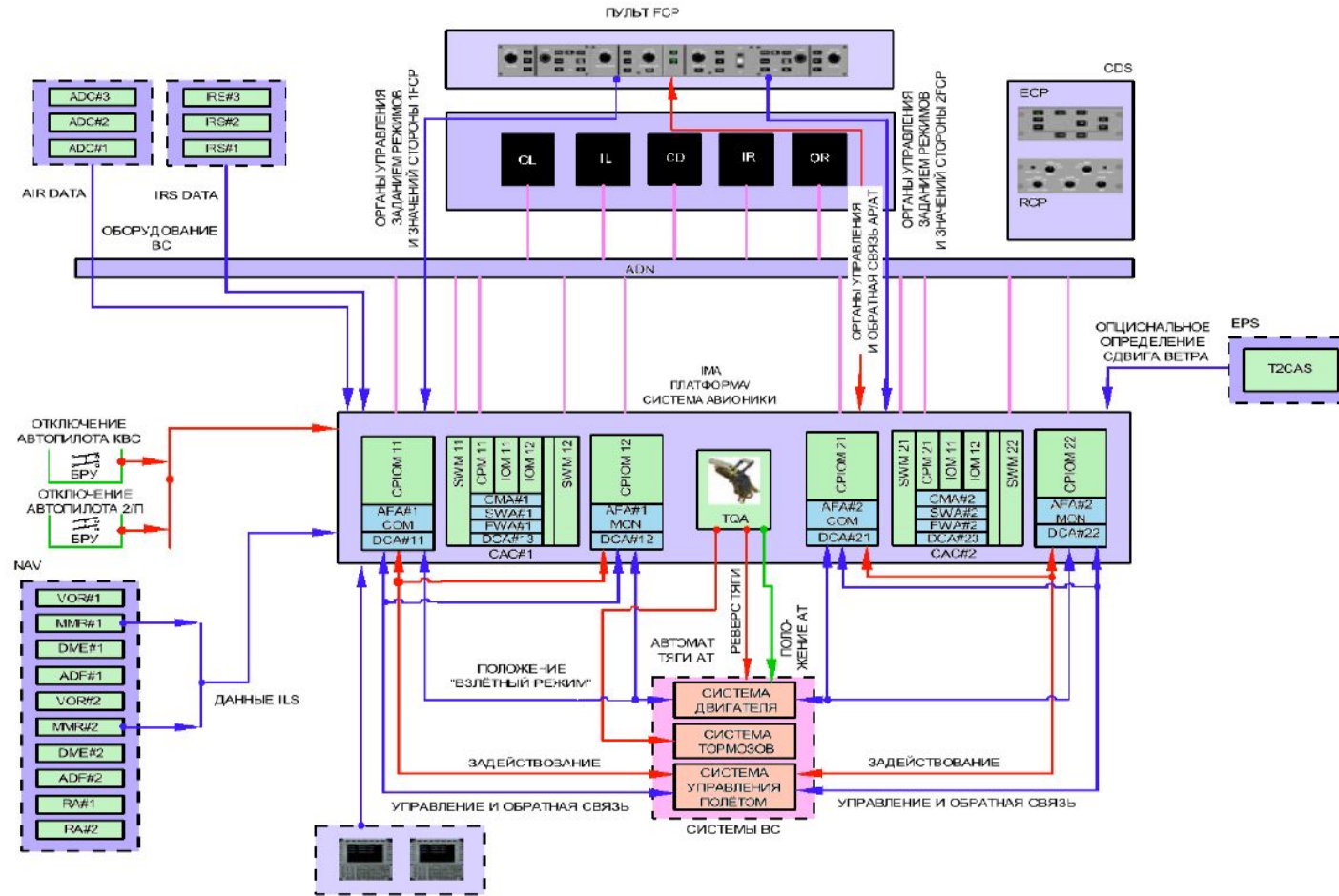


# Структурные схемы интерфейса





# Интерфейс САУ



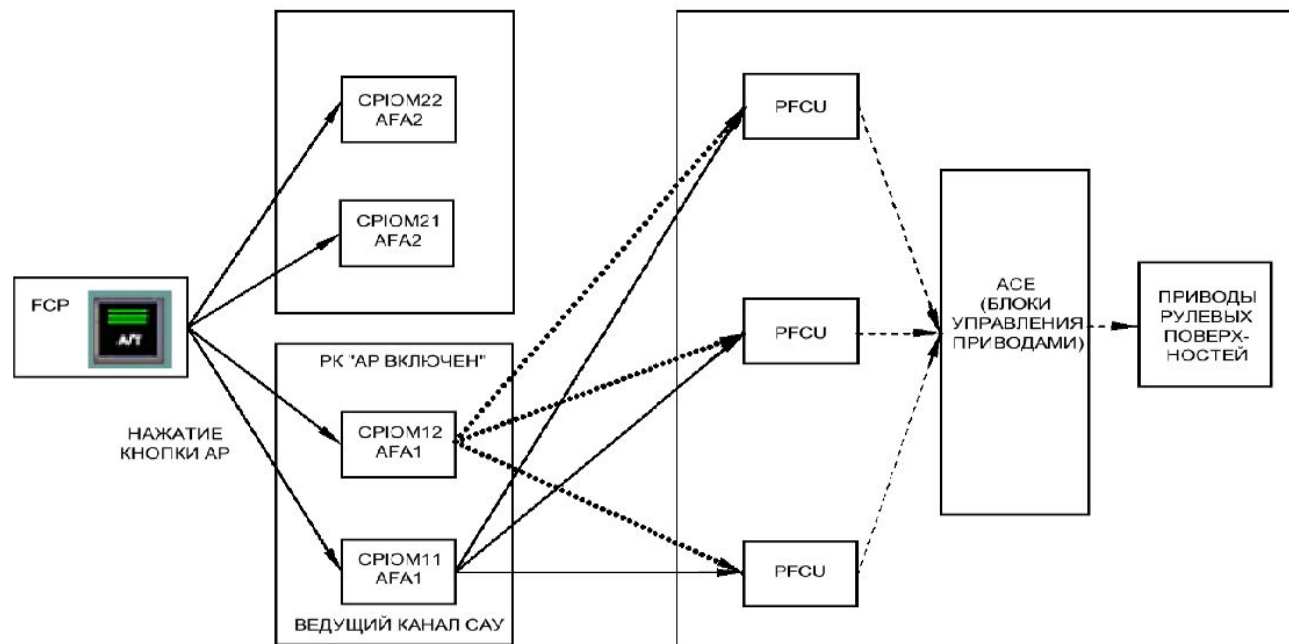




# Диапазон разрешенных режимов автопилота

Диапазон разрешенных режимов автопилота

- Функция AP может быть включена, если выполняются следующие условия, соответствующие
- диапазону разрешенных режимов AP:
  - тангаж от  $-15$  до  $+22$  °;
  - крен до  $40$  °;
  - максимальная скорость не более  $308$  Knots ( $580$  km/h);
  - максимальное число  $M$  не более  $0,81$ ;
  - угол атаки не более  $\alpha_{prot}$ ;
  - вертикальная перегрузка (избыточная): от  $-0,5$  g до  $+0,5$  g.



- > - СИГНАЛЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ФУНКЦИИ АР С ПУЛЬТА FCP
- > - КОМАНДНЫЕ СИГНАЛЫ АВТСПИЛОТА ТЯГИ ВЕДУЩЕГО КАНАЛА
- .....> - РАЗОВАЯ КОМАНДА "АР ВКЛЮЧЕН"
- > - КОМАНДНЫЕ СИГНАЛЫ АР ВЕДОМОГО КАНАЛА (НЕ ОБРАБАТЫВАЮТСЯ)





# Условия включения АР

Функция АР включается кнопкой на пульте FGCP, если:

- доступны все необходимые датчики;
- исправны все входные разовые команды;
- нет срабатывания контроля СОМ/МОН по командным сигналам АР;
- нет срабатывания контроля по сигналам включения АР;
- успешно завершены тесты встроенного контроля АР;
- нет срабатывания контроля СРЮМ со стороны базового программного обеспечения;



# Условия включения AP

- — кнопка AP на FGCP не «залипла» в состоянии «земля»;
- — кнопки на БРУ не «залипли» в состоянии «обрыв»;
- — «AP разрешен» со стороны системы управления самолетом и;
- — самолет находится в полете более 5 s после достижения высоты 35 ft или;
- — самолет находится на земле и не начат запуск ни одного двигателя. В последнем случае
- функция AP включается вне режима управления;



# Условия включения АР

- — загорается светосигнализатор кнопки АР без какой-либо индикации включенных режимов
- на PFD. Сигнал на включение АР выдается в PFCU без командных сигналов управления.
- Включение на земле позволяет проверить исправность функции включения/снятия загрузки
- БРУ, цепей отключения АР и светосигнализатора кнопки АР.



# Условия отключения AP

Включенная функция AP отключается при одном из следующих условий:

- нажата кнопка на любой БРУ,
- нажата кнопка AP на пульте FCP,
- снято «разрешение AP»,
- самолет на земле и начат запуск одного двигателя,
- обжатие обоих основных стоек шасси при автоматической посадке,
- обнаружен отказ функции AP средствами встроенного контроля СРЮМ/АФА,
- система управления самолетом переходит в режим «минимальный».



# Функция FD

- Функция «пилотажный директор» (FD) совместно с системой электронной индикации обеспечивает отображение директорных планок по крену и тангажу для отработки режимов управления пилотированием вручную.
- В режиме «Угол наклона траектории» (FPA) отображаются символы вектора текущей траектории и заданного угла наклона траектории



# Архитектура функции

В зависимости от включенного режима управления полетом сигналы директорной индикации формируются следующим образом:

— на оба PFD только из CRIOM COM ведущего канала для остальных режимов AP/FD

• («одноканальный» FD),

• — на каждый PFD отдельно из CRIOM COM и CRIOM MON ведущего вычислительного канала

• («двухканальный FD») для режимов.

(а) взлет/начальный набор,

(б) уход на круг,

(в) стабилизация курсовой зоны,

(г) стабилизация глиссады,





# Режимы AP/FD

## Режим «Курс» (HDG)

Режим «Курс» является «базовым» режимом в боковом канале и обеспечивает:

- стабилизацию курса на момент включения режима или;
- выход на курс, предварительно заданный с пульта FCP, с последующей его стабилизацией или;
- выход на курс, задаваемый с пульта FCP в процессе выполнения режима, с последующей его стабилизацией.



# Режимы AP/FD

## Режим «Путевой угол» (TRK)

Режим «Путевой угол» (ПУ) обеспечивает

- стабилизацию ПУ на момент включения режима или;
- выход на ПУ, предварительно заданный с пульта FCP, с последующей его стабилизацией или;
- выход на ПУ, задаваемый с пульта FCP в процессе выполнения режима, с последующей его стабилизацией.



# Режимы AP/FD

## Режим «Горизонтальная навигация» (LNAV)

- Режим «Горизонтальная навигация» обеспечивает отработку заданного крена, формируемого вычислительной системой самолетовождения (FMS).



# Режимы управления в продольной ПЛОСКОСТИ

## Режим «Набор высоты» (CLB)

Режим «Набор высоты» обеспечивает стабилизацию скорости или числа  $M$  в канале тангажа при выходе на заданную высоту, большую, чем высота на момент включения режима. «Сопряженным» режим автомата тяги для режима CLIMB является режим «тяга»:

- при всех работающих двигателях: максимальная тяга набора высоты (MCL);
- при одном работающем двигателе: максимальная продолжительная тяга (MCT).

Источником заданной скорости может быть пульт FCP (задатчик SPEED) или FMS.

Условия установки заданной скорости аналогичны условиям для режима автомата тяги «Скорость» (SPD)



# Режимы управления в продольной плоскости

## Режим «Снижение» (DES)

- Режим «Снижение», аналогично режиму «Набор высоты», обеспечивает стабилизацию скорости или числа  $M$  в канале тангажа при выходе на заданную высоту, меньшую, чем высота на момент включения режима. «Сопряженным» режимом автомата тяги для режима «Снижение» является режим «тяга» МГ (Idle).
- Источником заданной скорости может быть пульт FCP (задатчик SPEED) или FMS (по умолчанию после взлета с исправной FMS или при нажатии кнопки AUTO на пульте FCP).



# Режимы управления в продольной плоскости

## Режим «Вписывание в высоту» (ALT\* ACQ)

- Режим «Вписывание в высоту» обеспечивает плавное уменьшение вертикальной скорости из режимов набора или снижения при подходе к заданной высоте.
- «Сопряженным» режимом автомата тяги для режима «вписывание в высоту» является режим «скорость».
- Если в процессе выполнения режима «вписывание в высоту» изменяется установка давления или производится переход с QNE на QNH/QFE и наоборот, режим ALT\* ACQ снимается с «вынужденным включением» режима «вертикальная скорость».





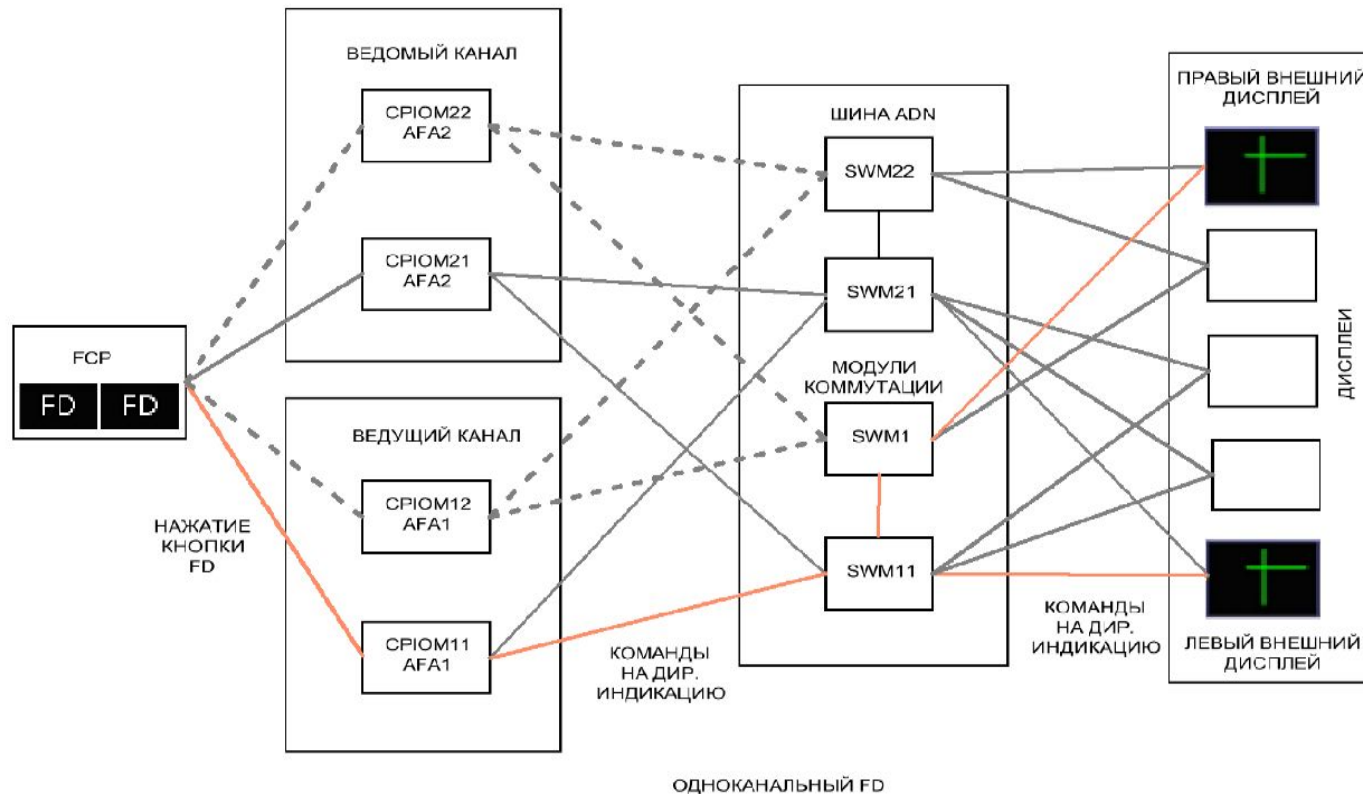
# Режимы управления в продольной плоскости

## Режим «Вертикальная скорость»

- Режим «Вертикальная скорость» является «базовым» в продольном канале и обеспечивает:
  - стабилизацию  $V_y$  на момент включения режима или;
  - выход на  $V_y$ , предварительно заданный с пульта FCP, с последующей его стабилизацией или;
  - выход на  $V_y$ , задаваемый с пульта FCP в процессе выполнения режима, с последующей его стабилизацией.

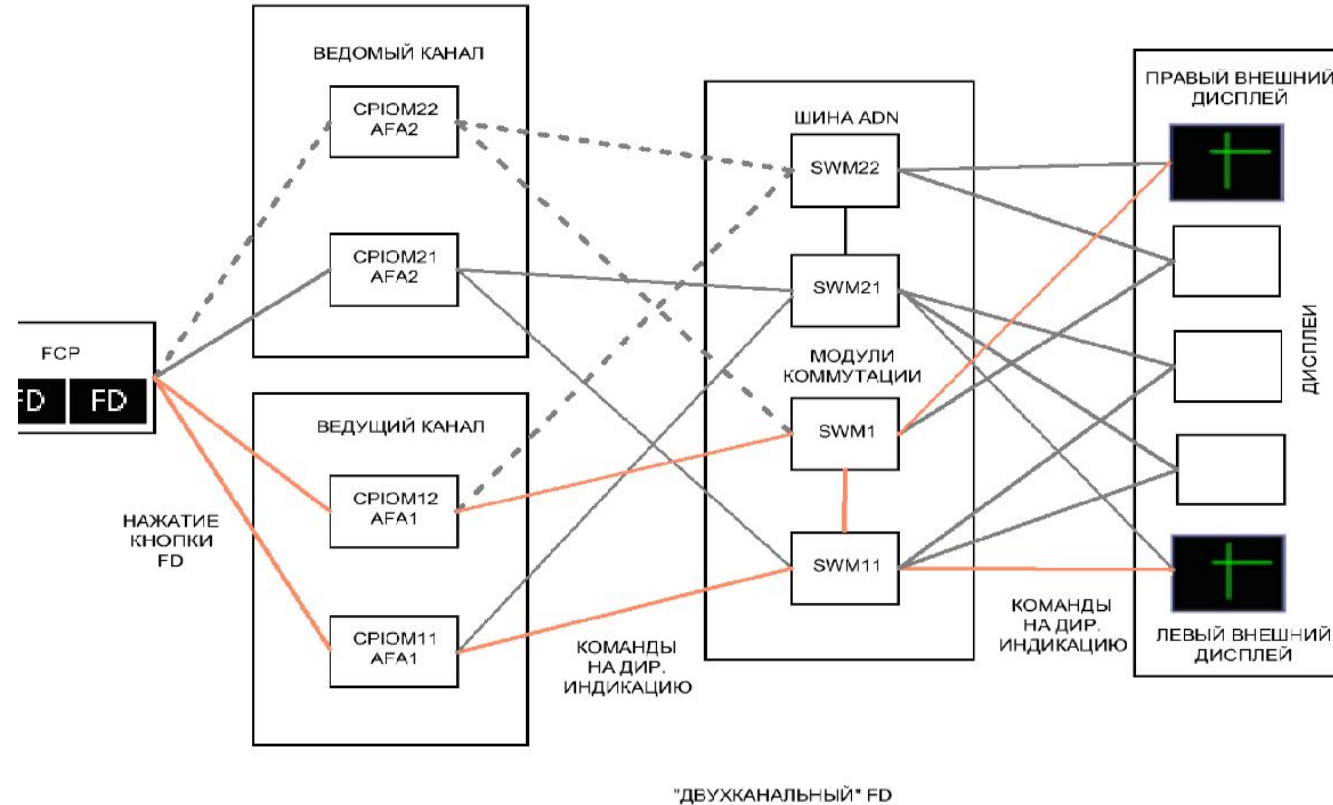


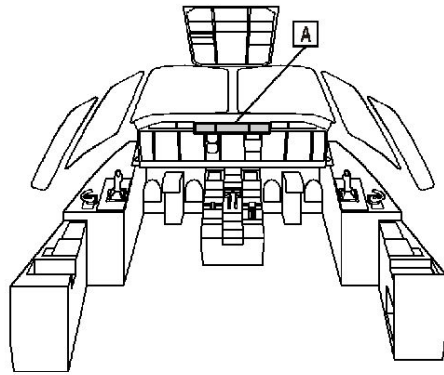
# Общая схема реализации функции одноканального FD



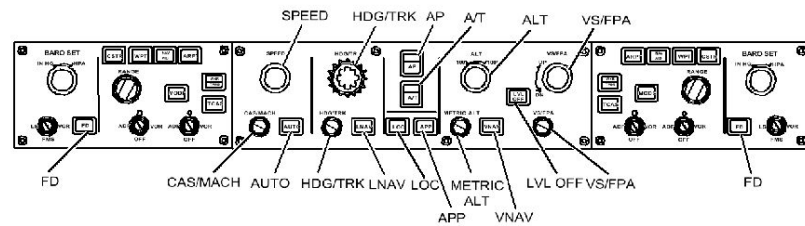


# Общая схема реализации функции двухканального FD



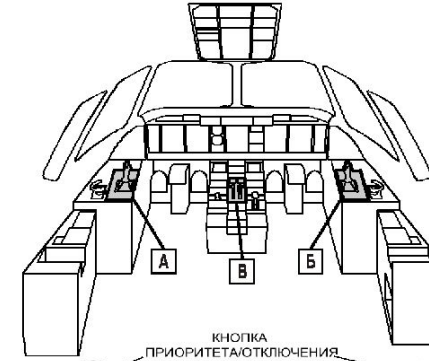


ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЁТОМ FCP



A

ISD\_IRRU\_AMM\_22\_10\_00\_020\_A02\_E



КНОПКА ПРИОРИТЕТА/ОТКЛЮЧЕНИЯ ФУНКЦИИ АВТОПИЛОТА



A

B

КНОПКА ОТКЛЮЧЕНИЯ ФУНКЦИИ АВТОМАТА ТЯГИ



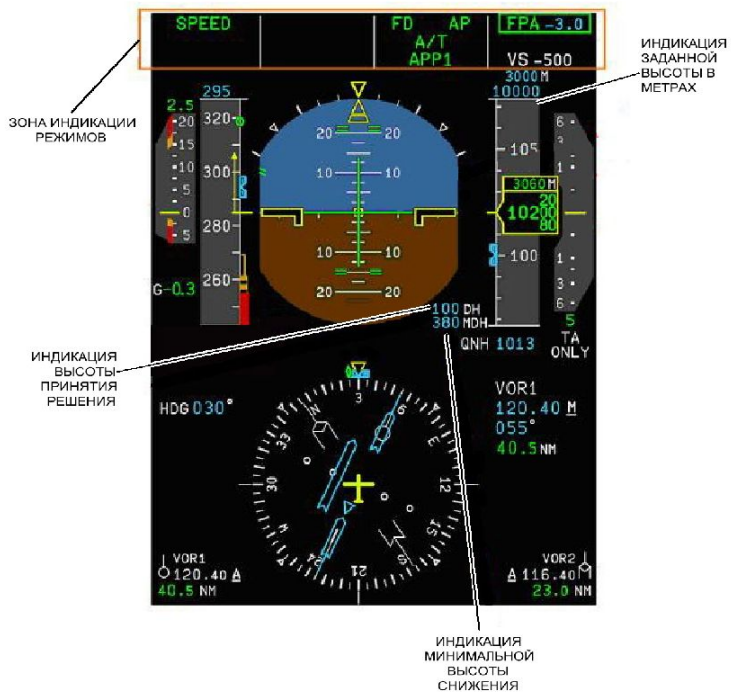
B

КНОПКИ ВКЛЮЧЕНИЯ РЕЖИМА "ВЗЛЕТ/УХОД НА ВТОРОЙ КРУГ"

ISD\_IRRU\_AMM\_22\_10\_00\_002\_A01\_E



# ИНДИКАЦИЯ



ISS PRJ ANMM 22 10 00 010 A01 E