



Военная кафедра
Цикл авиационного оборудования



Дисциплина
«Основы конструкции и прочности летательных аппаратов»

Тема № 6. Управление самолетом

Лекция № 10. Системы управления самолетом

Учебные цели занятия

Знать:

- назначение систем управления самолетом и требования, предъявляемые к ним;
- виды командных рычагов системы управления;
- принципы построения проводки управления;
- необходимость автоматизации систем управления самолетом.

Отводимое время на занятие 90 минут

Учебные вопросы занятия

- 1. Назначение систем управления самолетом и требования, предъявляемые к ним.**
- 2. Командные рычаги системы управления.**
- 3. Проводка управления.**
- 4. Автоматизация систем управления самолетом.**

Литература на самоподготовку

Конструкция самолетов, Москва Машиностроение. Глаголев А.Н., Гольдинов М.Я., Григоренко С.М., 1975 г. 479с.

ВОПРОС 1

Назначение систем управления самолетом и требования, предъявляемые к ним

Совокупность бортовых устройств, обеспечивающих управление движением самолета и управление различными агрегатами и частями самолета, называют системой управления самолетом.

Если процесс управления осуществляется непосредственно летчиком, т. е. летчик посредством мускульной силы приводит в действие органы управления и устройства, обеспечивающие создание и изменение управляющих движением самолета сил и моментов, то система управления называется неавтоматической (прямое управление самолетом).

Если процесс управления осуществляется летчиком через механизмы и устройства, облегчающие и улучшающие качество процесса управления, то система управления называется полуавтоматической.

Если создание и изменение управляющих сил и моментов осуществляется комплексом автоматических устройств, а роль летчика сводится к контролю за ними, то система управления называется автоматической.

На большинстве современных скоростных самолетов применяются полуавтоматические и автоматические системы управления.

Комплекс бортовых систем и устройств, которые дают возможность летчику приводить в действие органы управления самолетом для изменения режима полета или для балансировки самолета на заданном режиме, называют основным управлением самолета.

Устройства, обеспечивающие управление различными агрегатами и частями самолета (шасси, закрылками, створками), называют вспомогательным управлением.

В систему основного управления входят:

- а) командные рычаги, на которые непосредственно воздействует летчик, прикладывая к ним усилия и перемещая их;
- б) проводка управления, соединяющая командные рычаги с управляемыми агрегатами;
- в) специальные механизмы, автоматические и исполнительные устройства.

Экипаж является важнейшим звеном в неавтоматической и полуавтоматической системах управления, он воспринимает и перерабатывает информацию о положении самолета, действующих перегрузках, положениях рулей, вырабатывает решение и создает управляющее воздействие на командные рычаги.

Требования к основному управлению самолетом

1. При управлении самолетом движения руки и ног летчика для отклонения командных рычагов должны соответствовать естественным рефлексам человека при сохранении равновесия. Перемещение летчиком командного рычага в определенном направлении должно вызывать нужное перемещение самолета в том же направлении.

2. Реакция самолета на отклонение командных рычагов должна иметь незначительное запаздывание, определяемое условиями устойчивости контура управления «летчик — самолет».

3. При отклонении органов управления (рулей, элеронов и др.) усилия на командных рычагах должны возрастать плавно, быть направлены в сторону, противоположную движению командных рычагов (препятствовать перемещению их летчиком), а величина усилий должна согласовываться с режимом полета самолета. Последнее необходимо для обеспечения летчику «чувства управления» самолетом, способствующего пилотированию самолетом. Предельные усилия на командных рычагах оговариваются соответствующими нормами.

4. Должна быть обеспечена независимость действия рулей: отклонение, например, руля высоты не должно вызывать отклонения элеронов, и наоборот.

5. Углы отклонения рулевых поверхностей должны обеспечивать возможность полета самолета на всех требуемых полетных и посадочных режимах, причем должен быть предусмотрен не который запас отклонения рулей.

Для надежного функционирования и удобства обслуживания основного управления должны быть выполнены следующие эксплуатационные требования:

- все сочленения и механизмы управления должны быть доступны для осмотра и обслуживания;**
- крайние положения рулей, а также предельные отклонения командных рычагов должны быть ограничены упорами.**

По способу воздействия основное управление подразделяют на ручное и ножное.

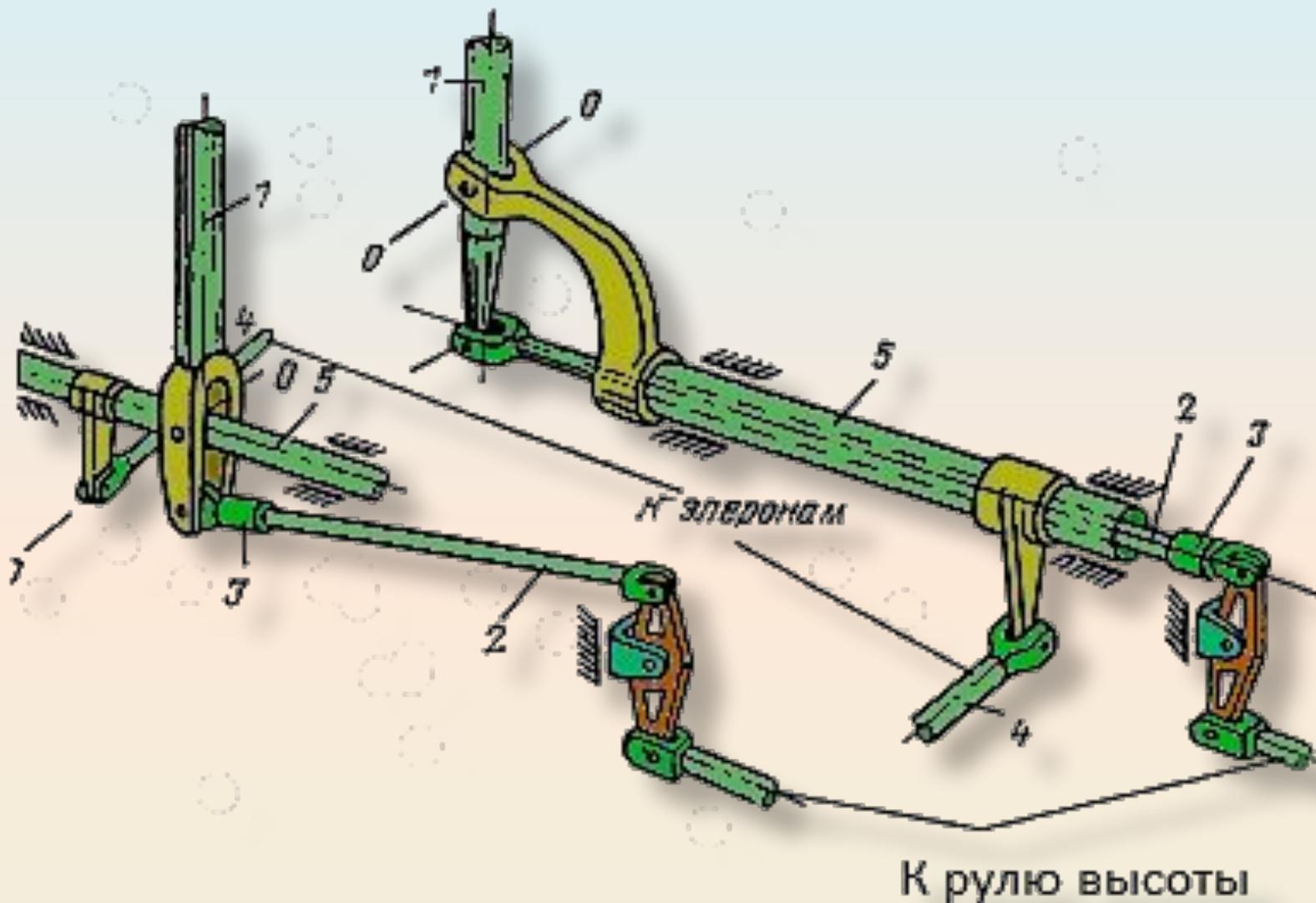
ВОПРОС 2

Командные рычаги системы управления

Командные рычаги системы управления устанавливаются в кабине летчика и включают ручное управление (ручку или штурвал с колонкой) и ножное (педали).





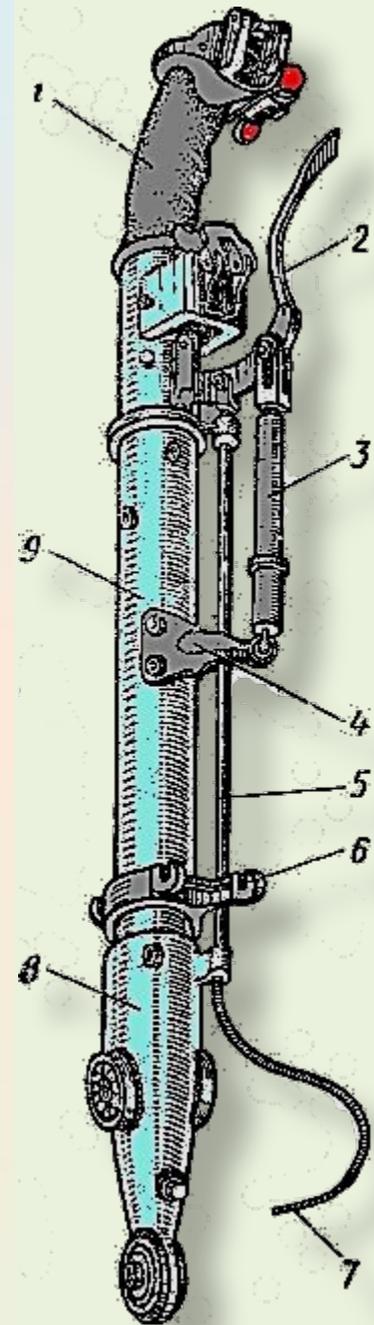


Варианты кинематических схем приводов ручного управления:

- 0 – ось вращения ручки; 1 – ручка управления; 2 – тяга управления по тангажу;
- 3 – шарнирное звено, обеспечивающее возможность поворота наконечника тяги;
- 4 – тяга управления по крену; 5 – ось-кронштейн установки ручки

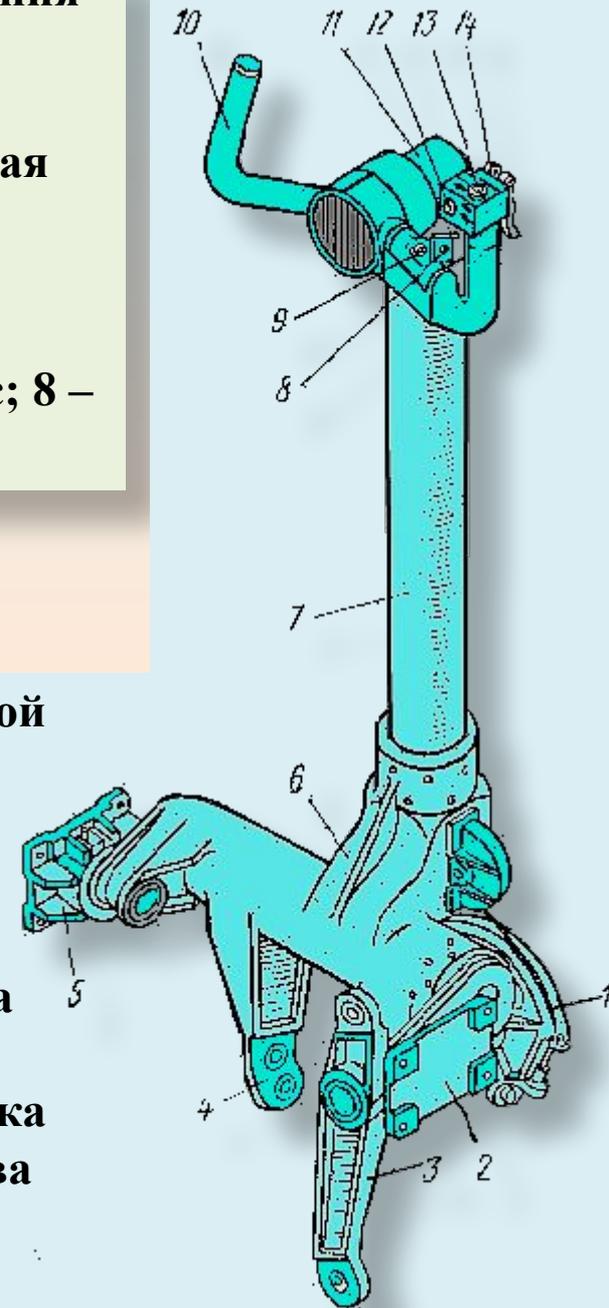
Типовая конструкция ручки управления самолетом

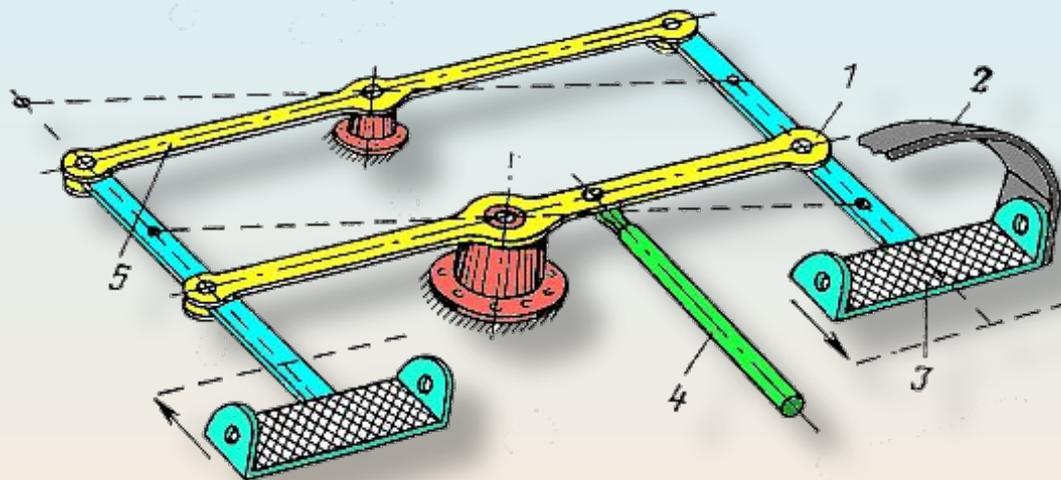
1 – стандартная рукоятка; 2 – рычаг торможения колес шасси; 3 – возвратная пружина управления тормозами; 4 – кронштейн; 5 – трубка проводки к тормозам колес; 6 – хомут с крючком фиксатора ручки при стоянке; 7 – трос; 8 – нижний стакан; 9 – труба



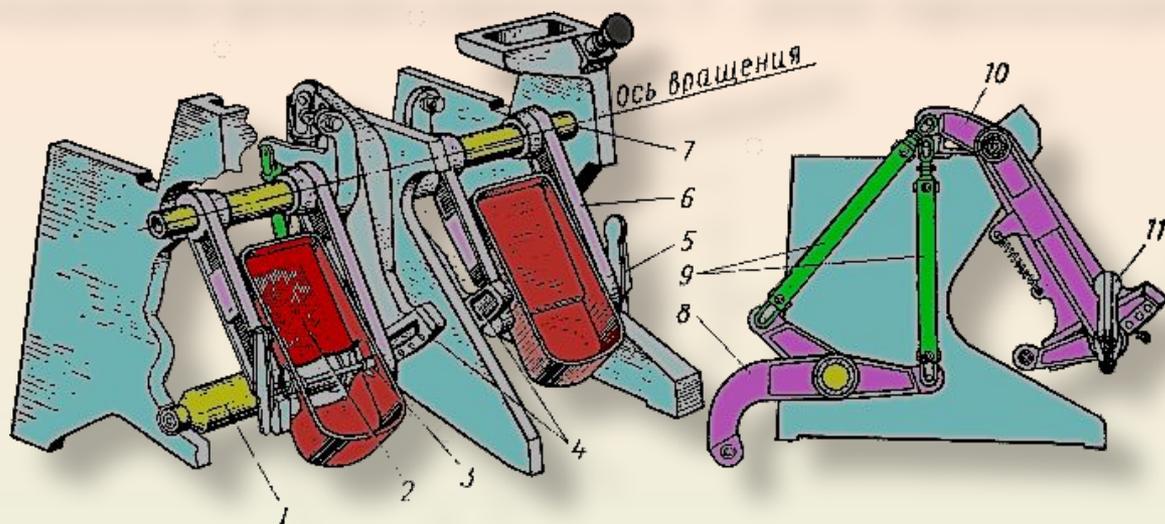
Штурвал с вертикальной колонкой

1 – секторная качалка; 2, 6 – опоры; 3 – качалка; 4 – рычаг управления рулем высоты; 6 – колено; 7 – труба; 8 – переключатель управления триммерами руля высоты; 9 – кнопка быстрого отключения автопилота; 10 – штурвал; 11 – головка; 12 – кнопка самолетного переговорного устройства (СПУ); 13 – кнопка включения радиостанции; 14 – гашетка





Рычажно-параллелограммный механизм ножного управления: 1 – основной рычаг; 2 – ремешок крепления ног летчика; 3 – поступательно движущаяся педаль; 4 – тяга подсоединения проводки управления; 5 – рычаг параллелограммного механизма



Качающиеся педали ножного управления: 1 – вал; 2 – педаль; 3 – палец; 4 – сектор; 5 – рычаг; 6 – штанга; 7 – ось; 8 – рычаги тяги управления рулем поворота; 9 – тяги; 10 – рычаг сектора педали; 11 – защелки регулировочного устройства под рост летчика

ВОПРОС 3

Проводка управления

Проводка управления связывает командные рычаги непосредственно с рулями или с усилительными устройствами привода рулей.

К ней подключаются исполнительные механизмы систем автоматизации управления.

Гибкая проводка управления выполняется в виде тросов, а на прямых участках — в виде лент или проволоки.

Преимуществом гибкой проводки является ее малая масса и удобство компоновки проводки.

Тросовую проводку можно разместить с помощью роликов и направляющих в удобных и безопасных местах, например, под полом кабины, по борту фюзеляжа, в носке крыла.

Недостатками гибкой проводки является большое трение и износ в местах перегибов троса, а также необходимость размещения двух тросов для передачи поступательных, противоположно направленных движений (т. е. гибкую проводку приходится делать двухпроводной).

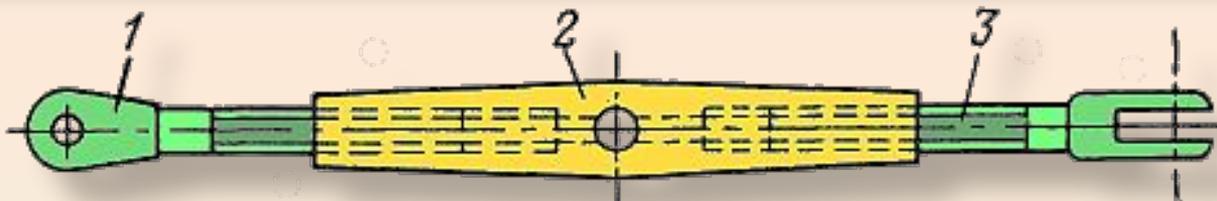
Стальные тросы (диаметром 4 – 7 мм) сплетены из нескольких прядей. Каждая прядь состоит из 7 – 19 тонких оцинкованных проволок диаметром 0,2 – 0,4 мм, изготовленных из нагартованной углеродистой стали.

Тросы предварительно вытягивают, нагружая усилием, составляющим 50% от разрушающего, в течение 30 – 50 мин. Для обеспечения достаточной долговечности тросов желательно, чтобы действующие в тросе при управлении самолетом усилия составляли не более 10% от усилия, разрушающего трос.

Части тросов состыковывают между собой специальными соединительными тандерами.

Концы тросов запрессовывают в наконечники, имеющие резьбу.

Муфта тандера свинчивает два наконечника, имеющих резьбы разного направления, позволяя регулировать натяжение троса



Тандер

1 – наконечник с правой резьбой; 2 – муфта; 3 – наконечник с левой резьбой

В гибкой проводке обязательно осуществляется предварительное натяжение тросов, чтобы исключить зазоры. Для уменьшения изменений натяжения тросов проводки при изменении наружной температуры в цепь проводки включают специальные секторы с пружинными компенсаторами, поддерживающими натяжение тросов в проводке в определенных пределах.

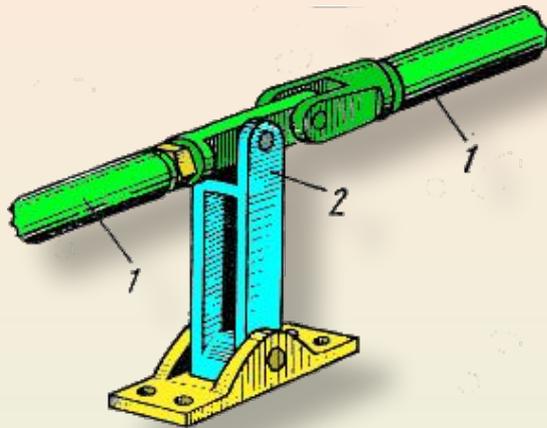
Жесткая проводка управления состоит из тяг и качалок.

Движение тяг может быть поступательным или вращательным.

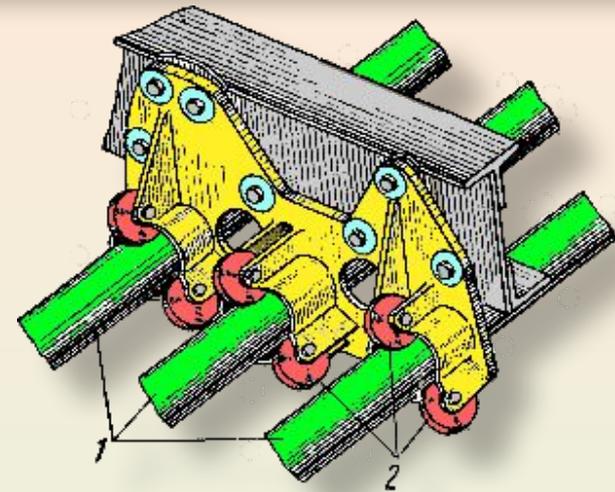
Наиболее часто используют жесткую проводку в виде тяг с поступательным движением.

Так как тяга может работать на растяжение и на сжатие, то для обеспечения управления достаточно одной линии тяг (т. е. жесткая проводка однопроводна).

Жесткая проводка по сравнению с гибкой более удобна в эксплуатации, обладает большей боевой живучестью, но имеет большую массу и требует для своего размещения значительных объемов на самолете. Элементами жесткой проводки являются тяги, качалки, рычаги, валы, направляющие устройства и кронштейны.

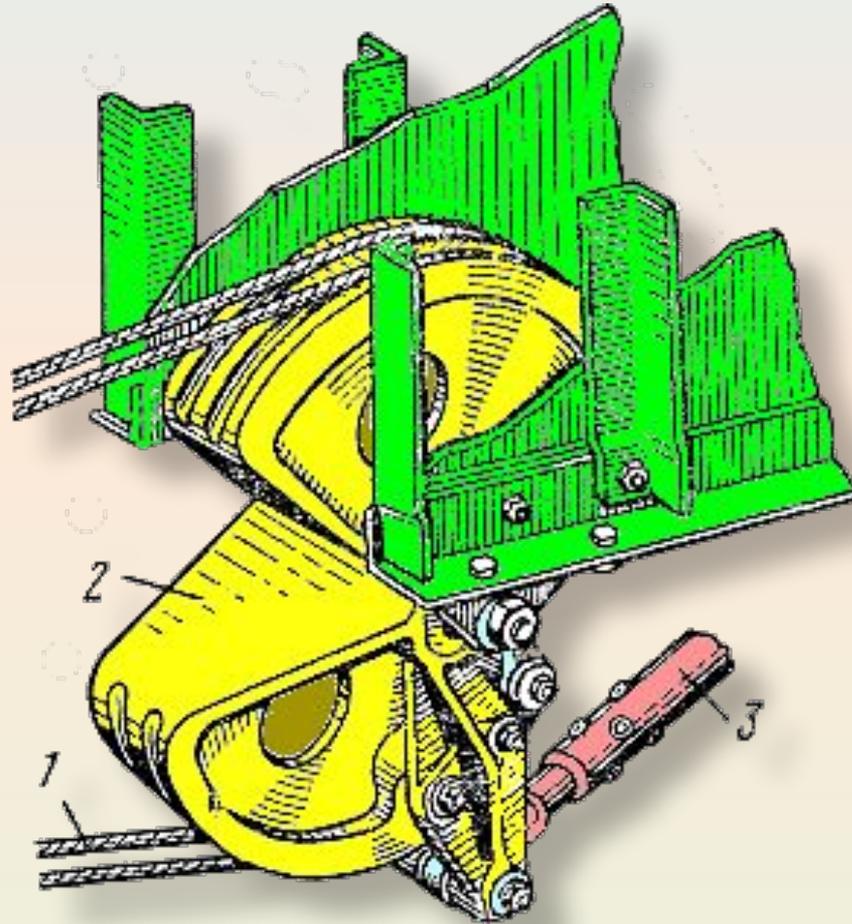


**Жесткая проводка управления
1 – тяга; 2 – качалка**



**Роликовые направляющие жесткой
проводки управления: 1 – тяги; 2 – ролик**

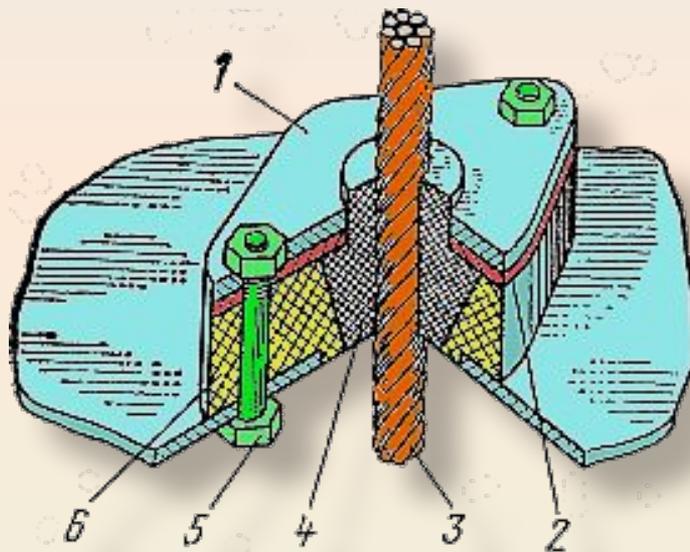
В местах перехода с тросовой проводки на жесткую и обратно применяют секторы с профилями или канавками на ободке для троса, изготовленные заодно с узлом качалки, к которой присоединяются тяги жесткой проводки управления.



**Конструкция сектора для перехода от тросовой проводки к жесткой:
1 – трос; 2 – сектор; 3 – тяга**

В старых конструкциях с целью герметизации в местах вывода на тяги иногда надевались гофрированные чехлы, но при этом на тягу действовало дополнительное усилие от перепада давлений, что изменяло характеристики управляемости самолета. в настоящее время такие конструкции не применяются.

Тросы обычно (пропускают через резиновые сердечники, закрепленные в стенке гермокабины



Пример герметизации тросов

1 – пластина; 2 – прокладка; 3 – трос; 4 – резиновое уплотнение; 5 – болт;
6 – текстолитовый вкладыш

ВОПРОС 4

**Автоматизация систем управления
самолетом**

Управление полетом современного самолета обеспечивается летчиком и специальными автоматическими системами, служащими для облегчения пилотирования, улучшения качества управления и повышения эффективности применения самолетов.

Трудности пилотирования и недостатки характеристик устойчивости и управляемости современных сверхзвуковых самолетов послужили причиной введения автоматизации в их управление.

Недостаточная чувствительность современных сверхзвуковых самолетов на отклонение рулей, большое (по современным понятиям) запаздывание реакции самолета на отклонение летчиком командных рычагов ухудшает маневренные свойства самолета и его управляемость.

Для повышения безопасности полета вводится автоматическое управление самолетом на некоторых ответственных режимах полета: система автоматической посадки; управление полетом на малых и предельно малых высотах; автоматический вывод самолета на аэродром посадки, автоматическое управление рулением и т.д.

Автоматика обеспечивает также безопасность полета большой группы самолетов в строю, предупреждает возможности столкновения самолетов в воздухе.

На самолетах устанавливаются специальные автоматы тяги, используемые для повышения точности выдерживания самолетом заданной траектории при заходе на посадку, выброске парашютного десанта, сбрасывании грузов и других маневрах.

В систему управления современным самолетом включают специальную систему автоматического управления (САУ), обеспечивающую без участия летчика или под его контролем выполнение следующих функций:

- пилотирование самолета по заданному заранее или рассчитанному в полете маршруту, на заданной высоте и с заданной скоростью;
- улучшение характеристик устойчивости и управляемости самолета;
- управление двигательной установкой;
- повышение безопасности полета и эффективности применения самолета.

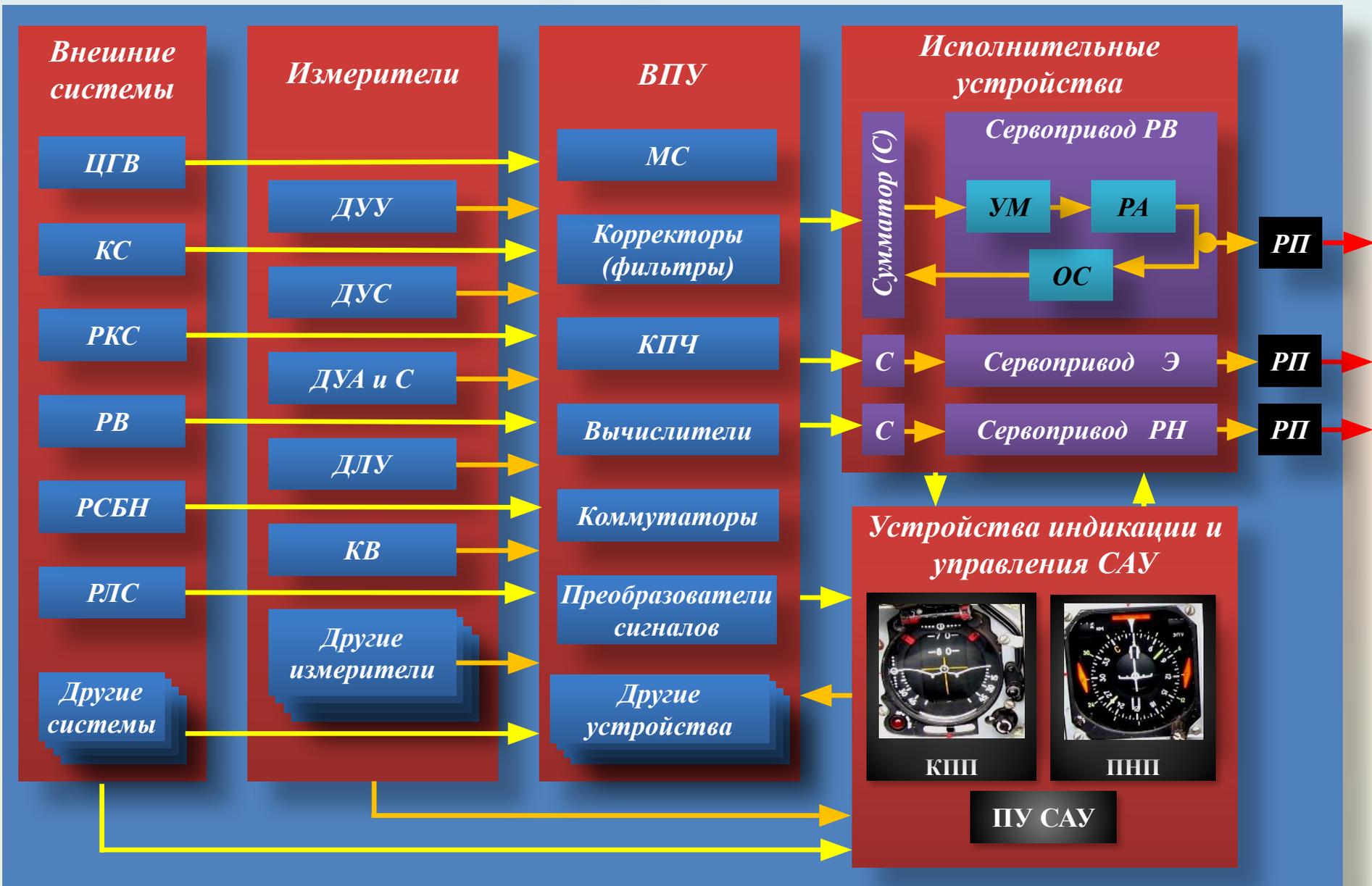
САУ современного сверхзвукового пассажирского самолета состоит из шести подсистем:

- повышения устойчивости самолета;
- балансировки самолета по углу тангажа;
- стабилизации угловых движений и траекторного управления (разворотов, навигации и посадки);
- автоматического управления тягой двигателей;
- полуавтоматического управления (при пилотировании самолета летчиком);
- вычисления командных сигналов для взлета и ухода на второй круг.

Основные контуры САУ



Структурная схема САУ



**Комплексная система
управления КСУ-35**



Комплексная система управления КСУ-941



Вопросы на самостоятельную подготовку

- 1. Назначение систем управления самолетом и требования, предъявляемые к ним.**
- 2. Виды командных рычагов системы управления.**
- 3. Принципы построения проводка управления.**
- 4. Необходимость автоматизации систем управления самолетом.**