**Analysis of development of control system aircrafts
Gromov V.
Анализ развития систем управления летательных аппаратов
Громов В. С.**

*Громов Вадим Сергеевич / Gromov Vadim – студент-бакалавр,
кафедра систем автоматического управления и контроля,
Национальный исследовательский университет
Московский институт электронной техники, г. Зеленоград*

Аннотация: в статье анализируются развитие технологий систем управления ЛА, в частности, развитие систем управления вертолетом и систем дистанционного управления вертолетом.

Abstract: the article analyzes the development of the technology of aircraft control systems, in particular, the development of the helicopter control systems and remote control systems of the helicopter.

Ключевые слова: анализ, вертолет, летательные аппараты, система управления, система дистанционного управления.

Keywords: analysis, helicopter, aircraft, control system, remote control system.

Первые системы управления летательными аппаратами (ЛА) были примитивные механические устройства. Простые механические рычаги управления, соединенные с управляющими поверхностями.

С каждым новым поколением ЛА увеличивался полетный вес ЛА и скорость полёта, что увеличивало количество необходимых усилий пилота. Появилась необходимость в разработке систем для облегчения управления вертолетов.

Как и в автомобилях, в вертолетах появилось гидравлическое усиление органов управления. Однако, появилась новая проблема – недостаточное демпфирование вертолета по тангажу, крену и рысканью. Первыми появились демпферы тангажа, крена и рысканья последовательными рулевыми машинами.

Следом были разработаны системы с последовательными рулевыми машинами. Плюсом было не только демпфирование тангажа, крена и рысканья, но и увеличение стабилизацию заданных углов. Такая система используется в вертолете МИ-8. Но был и минус у такой системы - пилот должен постоянно следить за центрированием рулевой машины.

В дальнейшем были разработаны системы, в которых применялись как последовательные рулевые машины, так и параллельные. Такая система перемещала рычаг управления в пределах полного хода, но с малой скоростью, что позволяет пилоту вмешиваться в управление при необходимости изменения траектории полета. Системы стали дублировать для увеличения надежности и безопасности при отказе.

К созданию систем дистанционного управления ЛА привела увеличивающаяся сложность систем управления. Стали появляться опытные образцы аппаратов с полностью электрической системой управления.

Одним из наиболее существенных факторов в разработке систем дистанционного управления стало решение о снижении статической устойчивости ЛА. Такое решение принесло много плюсов, таких как уменьшение размеров стабилизатора, вследствие чего уменьшился и полетный вес ЛА.

Однако, в случае полного отказа системы дистанционного управления, пилотировать статически неустойчивый ЛА без системы улучшения устойчивости невозможно. Для достижения высоких показателей надежности, пришлось использовать системы с кратностью резервирования не меньше 4.

Одними из первых ЛА с 4-кратно резервированной системой дистанционного управления, стали самолеты СУ-27 и F-16 [1, 20].

Система дистанционного управления для вертолетов была просто необходима, ввиду сложности системы управления, особенно из-за двухвинтового управления.

Разработанная система дистанционного управления вертолетом компанией Sikorsky/Boeing, дала возможность применения более гибких законов управления, обеспечивала оптимальную устойчивость и маневренность во всех режимах полета.

Сегодня в России разрабатывается собственная электродистанционная система управления вертолетом.

Электродистанционная система управления вертолетом Ансат (далее по тексту – СУВ-А) предназначена для ручного и автоматического управления полетом вертолета на всех этапах, от взлета до посадки.

СУВ-А совместно с бортовым оборудованием предназначена для решения задачи ручного, а также автоматического управления вертолетом на всех этапах от взлёта до посадки и снижения утомляемости лётчика.

Цель построения СУВ-А – создание надёжной и отказобезопасной электродистанционной системы

управления для вертолѣта АНСАТ и его модификаций, обладающей:

- высоким уровнем безопасности полѣтов за счёт предотвращения вывода вертолѣта за эксплуатационные ограничения;
- снижением психофизиологической нагрузки лѣтчика за счёт широкой автоматизации ручного управления и обеспечения автоматического управления вертолѣтом на всех этапах полѣта от взлѣта до посадки;
- низкими затратами на обслуживание за счёт охвата глубоким встроенным контролем всех блоков и датчиков системы, позволяющим обнаружить и локализовать отказы вплоть до сменного модуля, а также автоматизированной тарировкой системы после замены датчиков, блоков и приводов.

СУВ-А – это полностью цифровая система, в отличие от аналоговых систем, позволяет программно расширять перечень решаемых задач и улучшать характеристики системы, не меняя состава оборудования. Эта особенность позволяет осуществить быструю поэтапную разработку системы, а также обеспечить различные уровни автоматизации, в соответствии с возможностями.

Цифровые вычислители в сервоприводах позволяют за счёт аппаратного резервирования, временного сжатия информации, а также применения программных эталонных моделей существенно повысить надёжность и отказобезопасность системы.

Резервированные быстродействующие цифровые вычислители позволяют повысить качество управления и уровень «интеллекта» системы.

Резервированная шина STBus, не подверженная влиянию электромагнитных помех и имеющая высокий уровень передаваемой информации, шина передачи данных, в качестве основного канала информационного обмена повышает надёжность системы.

Цифровые вычислители во всех блоках и модулях системы позволяют снизить затраты на настройку (тарировку) системы и автоматизировать её диагностику.

Резервированные датчики и вычислители позволяют расширить эксплуатационный диапазон применения автоматических режимов, а также повысить безопасность полѣта.

Программная реализация логики обнаружения и парирования отказов обеспечивает многоуровневую систему контроля, не позволяющую отключать последний из резервов главного контура управления, и, в случае восстановления работоспособности сбойных элементов, автоматически восстанавливающей состояние системы вплоть до полной исправности.

Основные принципы обеспечения надёжности и отказобезопасности разрабатываемой системы это:

- Использование современной элементной базы и схмотехнических решений с минимизацией количества элементов.
- Использование конструктивных решений и типов соединителей для защиты от электромагнитных полей высокой интенсивности.
- Применение вторичных источников электропитания, обеспечивающих высокий КПД, молниестойкость и контроль качества электропитания.
- Специализированные цифровые линии передачи информации, предотвращающие потерю данных и их искажение.
- Кворумирование и межрезервная коррекция данных
- Использование многоступенчатых алгоритмов, различных по своей логике, для определения отказавшего элемента.
- 4-кратное резервирование всех элементов СУВ-А.
- Использование принципа постепенной деградации системы управления по мере нарастания потока отказов.
- Использование глубокого предполѣтного и непрерывного встроенного контроля работоспособности СУВ-А и сервоприводов.

Функции СУВ-А, обеспечивающие эксплуатационную технологичность:

- Автоматический предполѣтный встроенный контроль. Сохранение информации о сбоях и отказах в энергонезависимой памяти и возможности её анализа с целью прогноза технического состояния системы.
- Уменьшение количества смазочных мест, и автоматизация диагностики состояния приводов и прочих сопрягаемых узлов и систем.
- Автоматизация проведения тарировочных работ после замены датчиков, блоков и рулевых приводов.
- Наличие наземного контроля системы при отсутствии давления в гидросистемах.
- Наличие расширенного наземного контроля при наличии давления в гидросистемах.
- Наличие контроля соединений, предотвращающего неправильную стыковку блоков после расстыковки или замены.

Литература

1. Журнал «Вертолет 1998 г. № 1»: Омега, 1998. 48 с.