

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Петров Ю.В., Майоров А.Д., Федорова В.А.

*Московский государственный технический университет гражданской авиации,
Москва*

Ключевые слова: объективный контроль, бортовое устройство регистрации, безопасность полетов, самописец, накопитель информации, flash-память.

Аннотация. Целью представленного в статье исследования было изучение процесса развития отечественных средств объективного контроля, в частности, бортовых устройств регистрации. Его результаты показывают влияние сохранности информации о параметрах и состоянии авиационной техники при расследовании авиационных происшествий на безопасность полетов в гражданской авиации.

EVOLUTION PROCESS OF DOMESTIC AIRCRAFT OBJECTIVE CONTROL DEVICES

Petrov Yu.V., Mayorov A.D., Fedorova V.A.

Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow

Keywords: objective control, flight recorder, flight safety, recorder, data storage device, flash memory.

Abstract. Studying of domestic objective control evolution process was the aim of this article in particular, evolution of flight recorders. Results show the impact of the preservation of data, including equipment parameters and aircraft characteristics in the investigation of air accidents, on flight safety in civil aviation.

С развитием авиационной отрасли – в частности гражданской авиации – серьезно встал вопрос об обеспечении безопасности полетов (БП). В то время, как авиационная техника (АТ) усложнялась, улучшались аэродинамические характеристики планера, мощность двигателей и росли скорости полётов, инженеры должны были иметь возможность наблюдать за параметрами летательного аппарата (ЛА) и на земле, и в воздухе. Еще в начале XX века была поставлена задача исследовать недостатки в конструкции ЛА, нарушения и ошибки в действиях экипажа, а также различные нагрузки, вызванные изменениями температуры или давления, требовалось постоянно контролировать и обрабатывать данные о системах воздушного судна (ВС).

У истоков объективного контроля стоял «отец русской авиации» – профессор Николай Егорович Жуковский. 24 марта 1918 года в Москве на Центральном аэродроме им. М.В. Фрунзе под руководством учёного была создана «Летучая лаборатория» (так стали называть лётно-научную базу), на базе которой были проведены лётные испытания с целью анализа поведения самолета в полёте и при посадке. Однако полученные результаты необходимо было фиксировать и обрабатывать. Тогда советский ученый в области прочности, аэродинамики и динамики полета самолетов Владимир Петрович Ветчинкин сконструировал первые средства объективного контроля (СОК). Так появились акселерометр, специальные инструментально-регистрационные приборы, приборы для определения натяжения

расчалок коробок крыльев. В скором времени объективный контроль (ОК) стал не просто теоретическим аспектом, а целым комплексом мероприятий по сбору, обработке и анализу информации о состоянии ВС. Впервые регистрация параметров полета была зафиксирована в 1940 году в СССР.

Тема установки бортовых устройств регистрации (БУР) на самолеты начала подниматься с 1947 года на сессиях Международной организации гражданской авиации (ИКАО). Однако только лишь в 1965 году ИКАО было принято решение об обязательной установке БУР на самолеты всех государств, способных принимать и выпускать воздушные суда [1]. Занимаясь расследованиями авиационных происшествий (АП), которые в те годы происходили довольно часто, специалисты всерьез задумались о проблеме сохранности ценной информации о работоспособности и параметрах ВС. Требовалось улучшить технические характеристики самописцев; в частности – увеличить прочность, усилить защиту и правильно разместить на борту ЛА.

Тогда в 60-х годах XX века, согласно решению Минавиапрома оснащать самописцами все ВС СССР, на ЛА начали устанавливать механические БУР для контроля высоты, скорости полета и вертикальной скорости подъема и спуска. В 1960 году был создан барограф-высотописец АД-2 – прибор-самописец, предназначенный для регистрации высоты подъема самолета во время полета [2]. Запись осуществлялась с помощью чернильного пера и бумажной диаграммной ленты. Лента размещалась на специальном барабане, приводимом в движение механическим путем. При полном заводе пружины запись могла производиться не менее 18 часов. В настоящее время АД-2 используется на самолете Ан-2 и вертолете Ми-4.

На устаревших типах ВС также можно было встретить бароспидографы – самописцы К2-713М, К2-715 и К2-717, регистрировавшие скорость и высоту полета. В них информация записывалась на бумажную ленту, предварительно закопчённую на масляной лампе путём процарапывания слоя копоти острыми резцами. Они приводились в движение рычажной системой, соединённой с aneroidно-мембранными коробками, а сам барабан вращался часовым механизмом (рис. 1). После полёта запись на бумаге закреплялась в спиртоканифоли для сохранения в течение длительного времени.

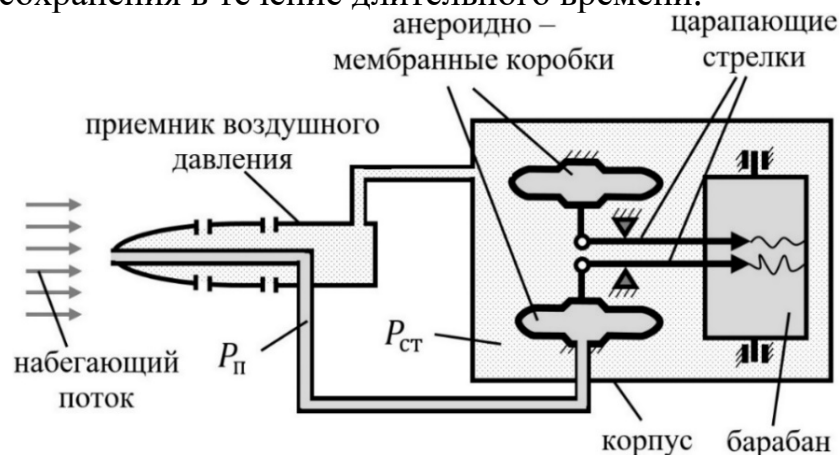


Рис. 1. Схема устройства самописца модели К2

В 1963 году появился КЗ-63 для регистрации сразу трех параметров: высоты полета H_0 , скорости $V_{уст}$ и нормальной составляющей перегрузки N_y . Его

носителем информации была 35-мм киноплёнка, на эмульсионном слое которой резцы процарапывали графики, а также впервые появился защитный кожух вокруг катушки с записанной информацией.

Со временем проблему малоинформативных БУР решили, заменив механический способ записи на магнитоэлектрический осциллограф. С помощью электрических сигналов осциллограф мог регистрировать от 6 до 24 аналоговых параметров, что заметно повышало его применимость при расследованиях, а также улучшало сохранность информации. Примером такого самописца является К12-22, который мог регистрировать 12 параметров.

Со временем появилась еще одна проблема, требующая немедленного решения: носитель информации был незащищен от повреждений при АП. Ввиду этого информация, которую содержал носитель, в большинстве случаев утрачивалась. Также росло и техническое оснащение воздушных судов различными системами и для записи информации уже было недостаточно иметь только накопитель, который сам вёл запись. В результате стали появляться целые системы, состоящие из накопителей информации, согласующих, кодирующих и декодирующих устройств, различных электронных фильтров и множества датчиков. Примером первой такой системы является САРПП-12 (система автоматической регистрации параметров полета) [3]. Принцип записи информации отличался от представленного выше: он осуществлялся благодаря световому лучу, который засвечивал «дорожки» на светочувствительной пленке. Такая система могла регистрировать 6 аналоговых и 9 разовых параметров. Носитель помещался в специальный бронированный контейнер для предотвращения воздействий от ударных нагрузок при авиационном происшествии (рис. 2).

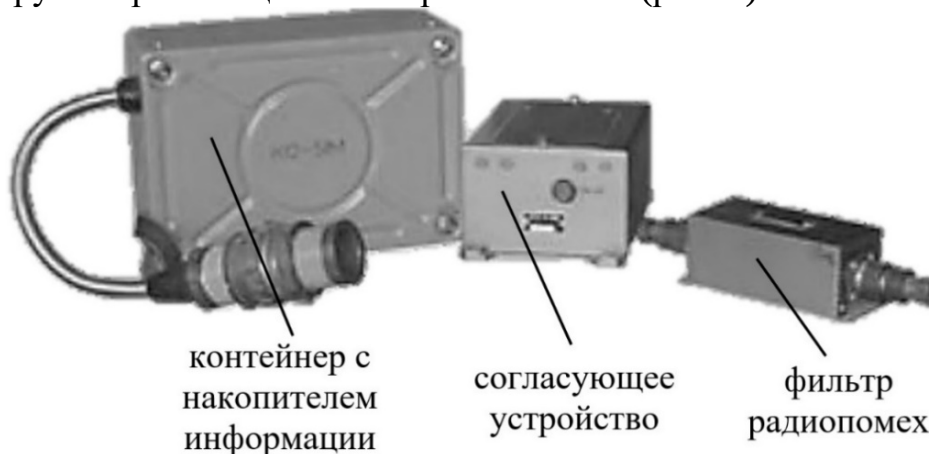


Рис. 2. Составные элементы САРПП-12

К сожалению, САРПП-12 имела существенный недостаток. Носитель информации не был защищен от воздействия высокой температуры.

Для решения проблемы сохранности информации от воздействия высокой температуры была разработана система регистрации параметров полёта самолёта К9-51, основанная на использовании комбинированного принципа записи БУР. При нем 6 аналоговых параметров и 6 разовых команд регистрировались светолучевым способом и три параметра: барометрическая высота, приборная скорость, вертикальная перегрузка механическим, путем царапания остриями металлических игл на фотопленке со стороны, противоположной фотоэмульсионному слою. Регистрация осуществлялась на фотопленку шириной 35 мм (рис. 3).



Рис. 3. Защищённый накопитель системы K9-51

Большим недостатком всех вышеперечисленных систем является то, что информация на носитель может быть записана лишь единожды: по окончании бумажной ленты или плёнки их было необходимо снимать и менять на новые, что в условиях колоссального роста числа выполняемых полётов было очень неудобно и непрактично. Помимо этого, все графики анализировались вручную путём их перечерчивания на миллиметровую бумагу с применением тарировочных шкал. Этот процесс был весьма трудоёмким.

Во многом решить все эти проблемы смогла магнитная система регистрации параметров полета МСРП-12. На магнитную ленту записывалось 12 аналоговых параметров (рис. 4). Регистрируемая информация непрерывно стирается так, что на ленте всегда остается информация последних 30 мин полета [4]. Кассеты с лентой размещены в бронированном корпусе лентопротяжного механизма (ЛПМ), предохраняющего запись в случае АП. Зарегистрированную информацию воспроизводили с помощью декодирующего устройства магнитной системы (ДУМС).

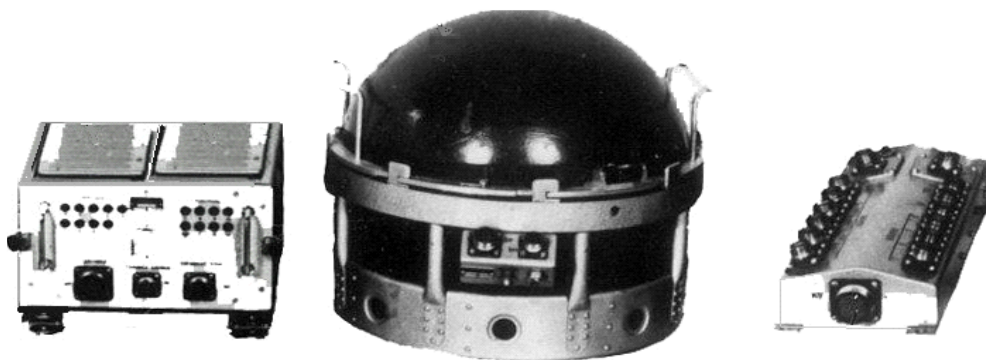


Рис. 4. Составные элементы МСРП-12

Для качественного анализа зарегистрированной информации требовалась организация всего процесса в целом. Для этого летный и инженерно-технический персонал (ИТП) проходили специальную подготовку. Для того, чтобы она проходила на высоком уровне, было принято решение создать научно-методическую базу, которая включала в себя разработку методов расследования и анализа параметров. В 1967 году на базе научно-исследовательской лаборатории контроль-записывающей аппаратуры и отделения диагностики ВС был создан отдел восстановления и анализа параметрической информации БУР. Этот отдел помогал расследовать АП. С развитием технологий усовершенствовались системы

и внедрялась информатика, использовались вычислительные машины для моделирования аэродинамики и динамики полета.

Практические результаты такой деятельности показали, что ОК должен быть узаконен. В Вооруженных Силах СССР приказом Главнокомандующего ВВС № 0260 от 1975 г. было дано распоряжение об организации объективного контроля полетов в авиации.

В нем также были определены и задачи объективного контроля. В 80-х годах с развитием БУР и появлением наземных устройств обработки типа «Луч-74», «Маяк-85» и системы «Топаз» в научном мире ОК стали преобладать следующие задачи:

- разработка программного обеспечения оценки технического состояния современных ВС и их силовых установок при облете;
- разработка программ расчета на ПЭВМ динамики полета ЛА в аварийных ситуациях;
- создание усовершенствованных методов и средств восстановления информации с носителей оптических и магнитных регистраторов;
- анализ сохраняемости информации БУР при АП и разработка методов защиты зарегистрированной информации;
- разработка способов расширения информативности БУР.

С 2005 года в соответствии с требованиями Приложения 6 ИКАО запрещено использовать самописцы магнитным, механическим способом или световым лучом [1]. В настоящий момент в международных перелётах разрешено применять только твердотельные накопители (flash-память). Для расшифровки и анализа параметрической и звуковой информации, которая на них регистрируется, применяются наземные комплексы с установленным специализированным программным обеспечением, например, «WinArm», «СКАТ», «РС-02», «RRJ» и др.

Развитие ОК и эволюция БУР стали результатом значительных прорывов в авиации и осознания важности обеспечения безопасности полетов. Именно БУР являются главными источниками ценных данных при расследовании авиационных происшествий. В наше время обработкой полетной информации занимаются авиакомпании, научные институты и специальные лаборатории и организации.

Список литературы

1. Приложение 6 к Конвенции о международной гражданской авиации. Эксплуатация воздушных судов. Часть 1. Международный коммерческий воздушный транспорт. Самолеты. ИКАО, Изд-е 12, – 2022.
2. Барограф-высотописец АД-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации // Всесоюзное объединение МАШПРИБОРИНТОРГ. – Москва, СССР. – 1960.
3. Система автоматической регистрации параметров полета САРПП-12. Техническое описание и инструкция по эксплуатации (редакция 9-73). – Москва, СССР. – 1973.
4. Бондарчук И.Е., Харин В.И. Авиационное и радиоэлектронное оборудование самолета Ан-24: 86. Система регистрации режимов полета МСРП-12. – М.: Транспорт, 1975. – 280 с.

Сведения об авторах:

Петров Юрий Владимирович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технической механики и инженерной графики;

Майоров Алексей Дмитриевич – ассистент кафедры безопасности полетов и жизнедеятельности;

Федорова Вероника Александровна – студент.