

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ  
Киевский институт инженеров гражданской авиации

На правах рукописи

РУДАВКА Василий Евстафьевич

ДИАГНОСТИКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ  
ПОВЕРХНОСТИ ВС И ВЛИЯНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО  
СОПРОТИВЛЕНИЯ НА РАСХОД ТОПЛИВА

Специальность: 05.13.01. - управление в технических системах;  
05.07.01. - аэродинамика и процессы теплообмена

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Киев ЮСИГА 1992

Работа выполнена на кафедре аэромеханики и динамики полета летательных аппаратов Киевского института инженеров гражданской авиации.

Научные руководители - Заслуженный деятель науки УССР,  
доктор технических наук, профессор  
А.И.Ихитарян,  
кандидат технических наук, доцент  
В.К.Антонов.

Официальные оппоненты - доктор физико-математических наук,  
профессор Ю.И.Шмаков,  
доктор технических наук, профессор  
В.М.Землянский

Ведущая организация - указана в решении специализированного совета

Защита состоится " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 1999 г. в \_\_\_\_\_ часов  
на заседании специализированного совета К.072.04.02 в Киевском  
институте инженеров гражданской авиации по адресу:  
252601, Киев-58, ГСП, пр.Космонавта Комарова, I, корп. 9.

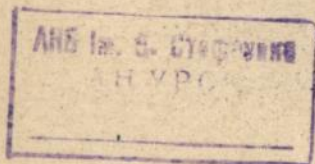
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке КИИГА.

Автореферат разослан " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 1992 г.

Ученый секретарь специализированного  
совета К.072.04.02

кандидат технических наук, доцент

А.Г.Баскакова



ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00816834 (U)

ДВ 26.076

## ОБЪЕКТ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы: Повышение эффективности использования воздушных судов (ВС) является важнейшей задачей гражданской авиации. В связи с этим вопросы обеспечения высокой эффективности ВС, основными показателями которой являются безопасность, регулярность и экономичность полетов, приобретают первостепенное значение.

Тема диссертационной работы является актуальной, поскольку работа направлена на совершенствование автоматизации контроля эксплуатационного состояния поверхности самолета с применением координатно-чувствительных фотоприемников и микро-ЭВМ различного типа, отличающихся достаточной оперативностью, высокой скоростью обработки информации, позволяющей в реальном масштабе времени контролировать контур поверхности. Проблема автоматизации аэродинамических измерений является важной еще и потому, что по мере усложнения диагностики ВС становится более острой.

Достижения в электронной технологии привели к созданию эффективных и недорогих систем контроля и диагностики аэродинамического состояния, более адекватно соответствующих процессам летной эксплуатации. Эти факторы обуславливают рост интереса к активным методам диагностики состояния ВС и появление технологических образцов, работающих в реальных полетных условиях.

Цель работы. Целью диссертационной работы является разработка метода и системы контроля эксплуатационного состояния геометрии внешней поверхности ВС при аэродинамических исследованиях модели в трубе и полете ВС, исследования влияния дополнительного сопротивления от состояния геометрии поверхности на расход топлива и диагностики критических нарушений исходной поверхности.

В соответствии с поставленной целью определяются следующие задачи работы:

- разработка метода бинарного оконтуривания и его аппаратурной реализации для контроля формы и других характеристик поверхностей;
- контроль неразрушающих поверхностей;
- оценка и расчет влияния дополнительного сопротивления на расход топлива в зависимости от изменения формы и шероховатости поверхности;
- разработка дистанционного метода контроля контура поверхности и шероховатости поверхности частей ВС;
- построение физической модели системы для автоматизированного способа съема данных, поступающих от поверхности ВС в виде оп-

тического сигнала, который преобразуется в цифровой код и обрабатывается на микро-ЭВМ;

- создание рабочей базовой опто-механической схемы измерителя;
- разработка лабораторного стенда для проведения экспериментальных исследований;
- исследование характеристик натуральных элементов конструкции ВС;
- составление алгоритма и программ для обработки экспериментальных исследований;
- разработка структуры и алгоритмов функционирования бортового измерителя поверхности.

**Научная новизна.** В работе разработаны метод и устройство, позволяющие в определенном масштабе времени производить контроль поверхности ВС, определять отклонение поверхности от исходного состояния и оценивать его влияние на перерасход топлива в процессе полета.

**Практическое значение.** Разработан новый метод контроля поверхности ВС, экспериментально проверена его работоспособность. Проведено сравнение разработанного метода с известными существующими и показана его эффективность при построении бортовых измерителей формы ВС.

**Внедрение результатов.** Результаты исследований получены и внедрены в процессе выполнения ряда научно-исследовательских работ. Разработанное устройство прошло промышленные испытания, во время которых подтверждена его эффективность и работоспособность при определении формы поверхности ВС в реальных условиях эксплуатации. Разработанный метод внедрен в производство в СКТБ "Изолятор" г.Славянск. Проведены испытания лабораторной установки на 410 заводе ГА. В результате успешных лабораторных и промышленных испытаний измеритель внедрен в серийное производство.

**Апробация работы.** Основные положения работы докладывались на НТК молодых ученых КИИГА - Киев, 1985 г.; на научном семинаре СКТБ "Изолятор" г.Славянск, 1988 г. По теме диссертации опубликовано 4 печатных работы, получено авторское свидетельство на изобретение SU 161914 3 A1.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и приложения, содержит 185 страниц, из них 46 - рисунков.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность разработки метода автоматизированной диагностики изменения формы частей ВС в реальном масштабе времени и оптико-электронной системы для ее аппаратурной реализации. Излагается структура диссертационной работы.

В первой главе описаны существующие методы и методики контроля обводов самолета с помощью шаблонов накладными приборами. Рассмотрены различные типы систем для контроля обводов самолета бесконтактным методом. В частности, проанализированы преимущества и недостатки лазерных измерительных систем, использующих фотозеркальные и телевизионные методы. Рассмотрены методы контроля состояния поверхности ВС.

Обоснованы преимущества оптических бесконтактных методов контроля геометрических факторов поверхности. Приведен обзор современных теоретических основ оптических методов измерений и методов последующей обработки информации.

С учетом результатов анализа известных методов и аппаратурных средств измерений, а также информационно-патентного поиска выбрана бесконтактная измерительная система, принятая в качестве прототипа.

Рассмотрены особенности работы оптико-электронных систем в активном и пассивном режиме.

Во второй главе изложен предлагаемый метод оконтуривания. Представлены алгоритмы его имитационного моделирования.

Изображение подсвечиваемого объекта проецируется с помощью объектива на диск чувствительных элементов, подобно тому как это имеет место в телекамере. Блок чувствительных элементов представляет собой прибор зарядовой связи (ПЗС), с которого электрический сигнал с помощью электронной схемы преобразуется в цифровой код, поступающий на вход микро-ЭВМ, синхронизированной с измеряемыми сигналами.

Преимущество ПЗС заключается в конструктивной и технологической простоте, малых габаритных размерах и массе, значительной долговечности и надежности.

В работе также предложен новый бинарный метод оконтуривания. Сущность его состоит в том, что на приборах с зарядовой связью преобразуют теньевую проекцию в видеоимпульс, по положению фронта видеоимпульса определяют путем интерполяции координаты  $X_c$ ,  $Y_c$  границы теньевой проекции на плоскости фотопреобразователя по формулам

$$X_c = \frac{X_1 + X_2}{2}; \quad Y_c = \frac{Y_1 + Y_2}{2},$$

где  $X_1, Y_1$  - координаты, соответствующие началу фронта видеоимпульса;  $X_2, Y_2$  - координаты, соответствующие концу фронта и видеоимпульса.

По координатам  $X_C, Y_C$  определяют, используя известные соотношения геометрической оптики, координаты поверхности, сравнивают полученные значения координат поверхности с рассчитанными заранее их эталонными значениями в реперных точках, по результатам сравнения осуществляют диагностику.

От других методов, рассматриваемых в работе, бинарный метод отличается простотой реализации, ему не присущи трудности, связанные с выбором мощности источника излучения, что обеспечивает более низкий уровень требований по чувствительности приемного тракта. Подожительный эффект обеспечивается тем, что вначале по положению фронта импульса определяют путем интерполяции координаты границы теневой проекции на плоскости фотопреобразователя, которые затем пересчитывают в координаты поверхности, что позволяет обойтись без измерения его амплитуды.

При реализации бинарного метода поверхность ВС разбиваем на ряд зон, в которых заранее на основе летных экспериментов и численных расчетов на ЭВМ предполагается измерение контура профиля (рис.1,2). Выбирается одна критическая зона и в дальнейшем следим за поверхностью только в этой зоне.

Блок-схема физической модели бинарного метода представлена на рис.3.

Устройство содержит длиннофокусный объектив 1, расположенные вдоль его оптической оси светофильтр 2 и фотопреобразователь 3, установленный в плоскости изображения объектива 1, последовательно соединенные видеоусилитель 4, входом подключенный к фотопреобразователю 3, блок 5 выборки и хранения, усилитель 6, вычислитель 7 координат, интерфейс 8, блок 9 вычислений, генератор 10 тактовых импульсов и блок II выдачи команд, выходы которого соединены соответственно со вторыми входами интерфейса 8 и блока 9 вычислений, а выходы генератора 10 тактовых импульсов соединены соответственно с управляющими входами фотопреобразователя 4, блока 5 выборки и хранения и вычислителя 7 координат.

Устройство работает следующим образом.

Теневое изображение границ исследуемой поверхности 12 проецируется длиннофокусным объективом 1 на оптический вход фотопреобразователя 3 через светофильтр 2. Светофильтр 2 пропускает проецируемое изображение об исследуемой поверхности на заданной длине

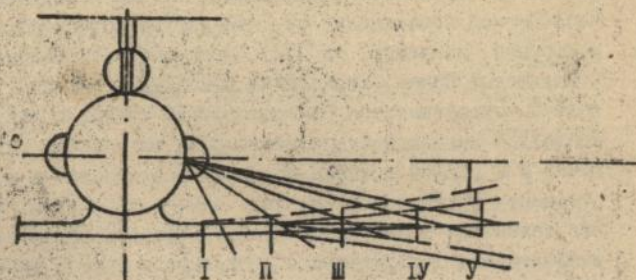


Рис. 1. Измерение контура профиля

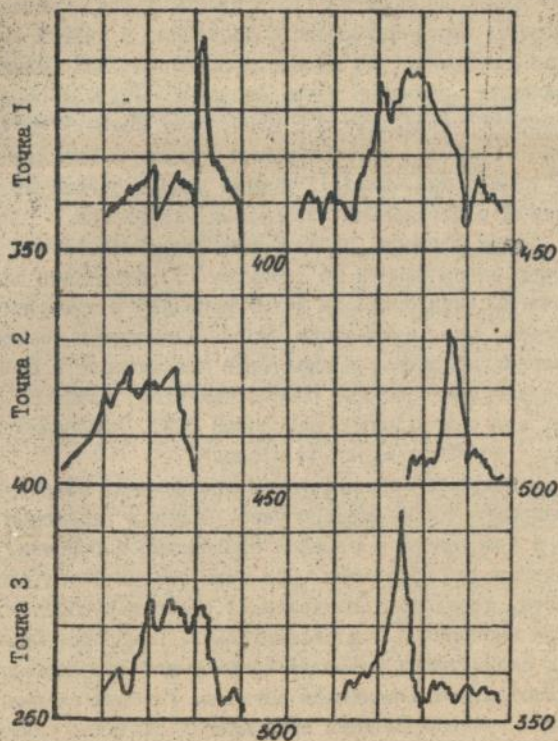


Рис. 2. Цифрограмма изменения положения сигнала, отраженного от передней кромки самолета Ту-134

волны. Световой поток, содержащий в себе информацию о координатах исследуемой поверхности 12, попадая на фотопреобразователь 3, выполненный, например, на ПЗС, преобразуется в электрический сигнал — зарядовый пакет. Управление выходным сигналом с фотопреобразователя 3 осуществляется генератором 10 тактовых импульсов, который позволяет регулировать длительность импульсных сигналов, одновременно и в равной степени сохраняя все каналные и межканальные соотношения путем изменения лишь одного параметра. Электрический сигнал снимается с выходного регистра фотопреобразователя 3 и после усиления видеоусилителем 4 поступает в блок 5 выборки и хранения, который служит для выделения и хранения полезного сигнала.

Далее сигнал усиливается усилителем 6 и подается на вычислитель 7 координат, который преобразует информационный сигнал, соответствующий определенному номеру ячейки ПЗС фотопреобразователя 3, вычисленный по формуле (1), в двоичный код. Сигнал с вычислителя 7 координат через интерфейс 8 поступает в блок 9 вычислений, выполненный, например, на основе процессора типа "Электроника-60", где происходит сравнение преобразованных величин реальных координат исследуемой поверхности с эталонными значениями координат теоретического профиля, рассчитанными заранее и заложенными в память блока 9 вычислений. Блок 11 выдачи команд согласует работу блока 9 вычислений с остальными элементами устройства.

Таким образом, определение положения фронта видеоимпульса с помощью интерполяции по формулам (1) позволяет исключить из процесса диагностики операции интегрирования и измерения амплитуды видеоимпульса; что, в конечном итоге, приводит к повышению точности определения координат исследуемой поверхности и повышению производительности диагностики. Способ позволяет также осуществить в устройстве, его реализующем (на основе ЭВМ), измерение координат поверхности в реальном масштабе времени.

В микро-ЭВМ производится программная обработка сигнала, представляющего собой видеоимпульс. С целью выделения сигнала, содержащего информацию о границе наблюдаемого объекта, в микро-ЭВМ производится его обработка. При этом сравнивается значение сигнала из области, заведомо принадлежащей области изображения объекта с текущими значениями при сканировании. При подсвечивании объекта переход сканирующей точки за границу его изображения сопровождается скачкообразным изменением сигнала. Условие скачка служит для определения границы сечений изображения объекта. Однако в процессе

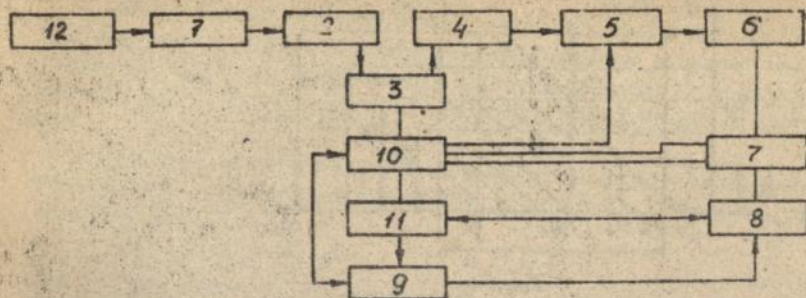


Рис. 3. Блок-схема физической модели бинарного метода

сканирования возникают флуктуации сигнала, обусловленные неоднородностью поверхности объекта, изменением условий освещения и дискретностью считывания информации. Для уменьшения их влияния производится дополнительная обработка переднего фронта сигнала, то есть его фильтрация. Фильтрация осуществляется с помощью программно реализованного интегратора.

В основу предложенного метода положен метод, заключающийся в выделении контура изображения объекта и получении теневой проекции предмета на расположенном в плоскости изображения объектива сканирующем фотопреобразователем на приборе с зарядовой связью и преобразованием теневой поверхности в видеосигнал.

Положение фронта видеосигнала определяется положением соответствующего засвеченного элемента, при этом засвеченным считается тот элемент, амплитуда которого превышает уровень, выбранный с учетом соотношения полезного сигнала и шумового и график будет изображать собой видеосигнал на линейном фотопреобразователе.

При интегральной оценке положения координаты на оси  $X$  берется интервал, начало которого является началом фронта  $X_H$ , а длительность  $T$  несколько больше длительности фронта, при этом координата  $X_T = X_H + T \cdot X_K$ . Проинтегрируем видеосигнал в пределах длительности интервала  $T$  и возьмем отношение полученного интеграла к амплитуде  $A_2$ . Площадь интегрирования на рис. 4 показана штриховкой. Она равна площади прямоугольника с высотой и некоторой шириной  $(X_T, Y_{cp})$ , которая служит мерой положения кромки предмета

$$(X_T - X_H) = \frac{Y}{A_1} = \frac{\int_{X_H}^{X_T} f(x) dx}{A_1} = \frac{\int_{X_H}^{X_T} f(x) dx + (X_T - X_H) A_1}{A_1} \quad (2)$$

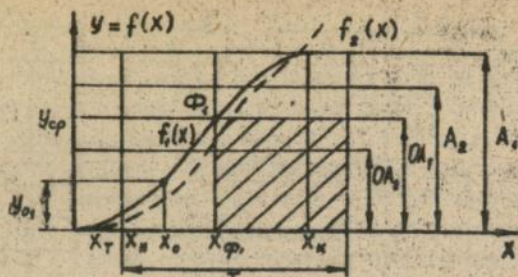


Рис. 4.

Из уравнения (2) получаем координату кромки:

$$X_{\varphi_1} = X_K - \frac{\int_{X_H}^{X_K} f_1(x) dx}{A_1} \quad (3)$$

где  $f_1(x)$  - зависимость освещенности предмета в плоскости изображения;  $A_1$  - амплитуда видеосигнала;  $X_H$  - начало фронта видеоимпульса;  $X_K$  - конец фронта видеоимпульса.

Величина интеграла в выражении (3) при неизменной форме и длительности фронта  $T$  - величина постоянная и, следовательно, смещение кромки на величину  $\Delta X$  приведет к такому же смещению  $X_K$  и  $X_{\varphi_1}$ .

Как видно из уравнения (3), координата  $X_{\varphi_1}$  не зависит от длительности интервалов  $T$ .

При изменении освещенности все координаты  $f(x)$  изменяются в  $\mu$  раз, т.е.  $\mu f_1(x) = f_2(x)$  соответственно  $\mu A_1 = A_2$ . Начало и конец фронта, а также длительность интервалов остаются неизменными. Тогда  $X_K$

$$X_{\varphi_2} = X_K - \frac{\int_{X_H}^{X_K} f(x) dx}{A_2} = X_K - \frac{\int_{X_H}^{X_K} \mu f_1(x) dx}{\mu A_1} = X_{\varphi_1} = X_{\varphi} \quad (4)$$

Таким образом, координата не зависит от освещенности амплитуды видеоимпульса.

Как видно из уравнения (2), получение интегральной оценки связано с определением координаты  $X_H$ , поскольку необходимо выбрать предварительно действительное начало фронта, т.к. значение  $f_1(x)$  до начала фронта равно 0. Можно начало интегрирования определять по уровню отсечки, например,  $J(O)$  в точке 0, т.е.  $X_H = X_0$ . Если уровень отсечки брать пропорционально амплитуде  $A_1$ , то при ее изменении кривая  $f_2(x)$  пересечения уровня отсечки  $J_{O_1}$  кривой  $f_2(x)$  в точке  $O_2$  будет не той же координате  $X_0$ . При этом все рассуждения и полученные формулы остаются справедливыми, только вместо  $X_H$  следует брать значение  $X_0$  и от него следует отсчитывать интервал  $T$ .

Далее в этой же главе рассматривается математическая модель контроля состояния поверхности бинарным методом.

Математическое описание модели разделено на 2 этапа. На первом оценивается точность и погрешности, связанные с оптическим блоком формирования изображения и световым каналом. На втором обрабатывается видеосигнал с ПЗС, взятый в виде дискретных выборок.

В методе рассматривается суммарная интенсивность светового поля объекта, отнесенного к заданному моменту  $t$ , независимо от спектрального состава, т.е.

$$\bar{I} = \int_0^{\lambda} A(x, y, \lambda, t_0) d\lambda = I(x, y, t_0), \quad (5)$$

где  $A$  - амплитуда,  $x, y$  - координаты,  $\lambda$  - длина,  $t$  - момент времени,  $t_0$  - начальный момент,  $I$  - интенсивность.

Предлагаются и анализируются два способа нахождения пространственных координат элементов изображения поверхности ВС. В зависимости от класса решаемой задачи изменение положения элемента изображения в фотоприемной плоскости ФПИ на ПЗС может проводиться путем выбора адреса фотоприемной ячейки или информационным способом.

В основу конструкции предлагаемого устройства положен выбор адреса ячейки, не требующий программной обработки на специальной ЭВМ и легко реализуемый аппаратным схемным путем (рис.5).

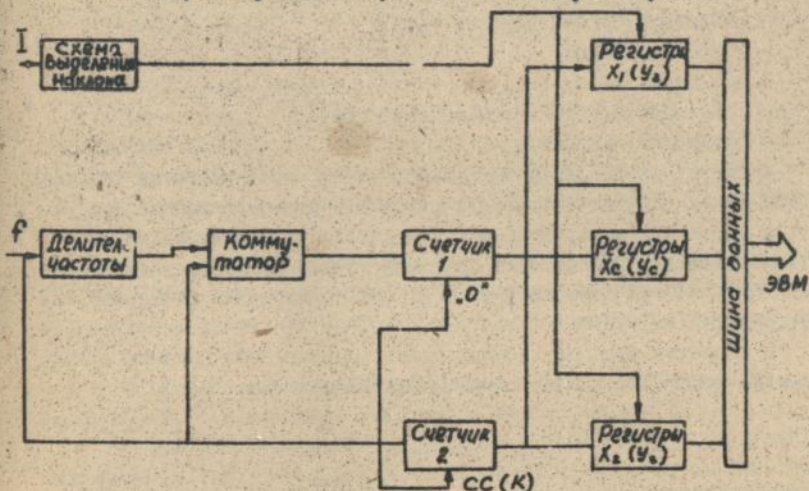


Рис. 5. Блок-схема определения координаты измеряемой точки плоскости

Тактовые импульсы управления одной из фаз выходного регистра

поступают на вход делителя частоты  $I/2$  и через коммутатор к выходу счетчика элементов строки  $C_{y_1}$  и  $C_{y_2}$  импульс синхронизации строки СС производит сброс счетчиков в 0.

После этого, при отсутствии сигнала со схемы выделения огибающей СВН, происходит счет импульсов фазы. При появлении сигнала со схемы выделения огибающей СВН осуществляется запись кода числа элементов строки, соответствующих координате X в регистр хранения  $P_x$  и происходит переключение частоты. После окончания сигнала огибающей происходит переключение частоты, а также запись в регистры  $P_{x_1}$  и  $P_{x_2}$ . Коды с выходов регистров  $P_{x_1}$ ,  $P_{x_2}$ ,  $P_{x_3}$  поступают на дальнейшую обработку. Аналогичным образом определяются координаты  $Y_1$ ,  $Y_2$ ,  $Y_3$ , только в этом случае происходит счет синхримпульсов строки СС.

В третьей главе описывается экспериментальное исследование метода оконтуривания.

Разработана методика проведения факторных экспериментов для определения влияния на характеристики дистанционного метода следующих факторов:

- расстояние до различных сечений плоскости;
- изменение страловидности крыла;
- изменение базы;
- вид покрытия плоскости;
- различная степень износа поверхности;
- различная освещенность.

Основная серия факторных исследований проводилась на реальном образце крыла самолета Ту-134 с различной степенью износа поверхности и различных углах видения. Во всех лабораторных экспериментах использовался только один приемный канал. Расстояние до исследуемой поверхности было выбрано 3 м, что обусловлено размерами лаборатории.

В качестве меры для оценки работы оптического приемника, координатно-чувствительного приемника взята величина

$$B = \Delta\omega - \frac{P_{ср}}{P_{ш}} \quad (6)$$

где  $\Delta\omega$  - полоса частоты пропускания тракта в мкг. Мощность сигнала  $P_{ср}/P_{ш} = 10$  - отношение к шуму сигнала.  $P_{ср}$  - средняя мощность излучения.

Далее рассчитывается разрешающая способность устройства. Затем рассматривается программа аппроксимации снятых точек с поверх-

ности. Математическая суть программы сводится к тому, что на известную плоскость проецируется кривая произвольно ориентированных в пространстве координат и восстанавливается пространственное преобразование координаты.

Четвертая глава посвящена вопросам разработки устройства, реализующего методы оконтуривания.

Сформулированы обоснованные исходные данные для разработки технического задания на создание образца по определению форм профиля, его неровностей, трещин, выпуклостей, нивелировки самолета.

Описывается принцип действия созданного образца контроля поверхности.

Для хранения данных первичной и выходной информации, ее обработки и выдачи в удобном виде на дисплей, АЦПУ или графопостроитель используется микро-ЭВМ.

Измеритель состоит из следующих элементов:

- приемной опто-электронной головки на базе фото-ПЭС приемника;
- блока предварительной обработки;
- микро-ЭВМ;
- кабеля информационного;
- объектива "Индустар 61".

Эффективность использования данного устройства в значительной степени зависит от программного обеспечения. Программное обеспечение данного устройства соответствует следующим требованиям:

а) возможна адаптация к программно управляемым аппаратным блокам устройства;

б) реализован диалоговый режим работы, позволяющий оперативно измерять и координировать описание процесса анализа сигналов, что особенно важно при подготовке и отладке вновь создаваемых программ;

в) организованы различные режимы обмена информации ЭВМ с аппаратурой (безусловный, условный и по прерыванию);

г) использована микро-ЭВМ, имеющая магистральную структуру интерфейса с аппаратной реализацией функции ввода-вывода информации. Программы реализованы на языках ФОРТРАН, БЕЙСИК, АССЕМБЛЕР.

В работе рассмотрены принципы организации ПО устройства. Далее приведены данные влияния качества поверхности ВС, разбалансировки его подвижных управляемых поверхностей на перерасход топлива.

Приведена блок-схема программы, по которой проводится расчет.

В приложении представлены программы и результаты экспериментальных заводских испытаний.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы по диссертационной работе:

1. Обобщен опыт научно-исследовательской работы по разработке и исследованию оптических методов и систем контроля качества поверхности.
  2. Проведен экспериментальный анализ погрешностей при измерении геометрии поверхности ВС.
  3. Разработанный способ, основанный на опто-электронных методах, позволяет осуществлять контроль эксплуатационного состояния геометрии поверхности с последующим перерасчетом на перерасход топлива.
  4. Для увеличения заданного быстродействия при обработке линейных изображений был разработан аппаратный способ нахождения координаты точки, обеспечивающий заданное быстродействие при быстром считывании предъявляемой информации в виде цифрового кода с последующей математической обработкой на ЭВМ.
  5. Результаты, полученные в диссертации, позволяют эффективно разрабатывать мероприятия, оптимальным образом защищающие и повышающие качество обработки информации на борту с последующей экономией авиационного топлива, повышением безопасности полетов.
  6. Разработан образец измерителя контроля качества поверхности, прошедший заводские испытания для серийного производства.
- Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Рудава В.Е. Моделирование бинарного метода оконтуривания профилей воздушных судов // Математические и электронные модели сложных систем и динамических процессов. - Киев: КИИГА, 1989. - С. 43-47.

2. Рудава В.Е. Определение остаточной деформации частей ВС при летной эксплуатации // Моделирование полета и аэродинамические исследования. - Киев: КИИГА, 1988. - С. 43-46.

3. Рудава В.Е. Метод контроля эксплуатационного состояния геометрии поверхности самолета бесконтактным способом // Вопросы эксплуатационной аэродинамики. - Киев: КИИГА, 1989. - С. II4-II6.

4. Рудава В.Е. Генератор тактового питания приборов зарядовой связи // Математические и электронные модели сложных систем и динамических процессов. - Киев: КИИГА, 1989. - С. 43-45.

5. Рудава В.Е. Эффективность технического обслуживания авиационной наземной техники. Тезисы докладов научно-технической конференции молодых ученых КИИГА "Диагностика состояния поверхности ВС". - Киев: КИИГА, 1985. - С. 30.

6. Рудава В.Е. Измеритель качества поверхности // Завод 410 ГА. Акт испытаний лабораторного стенда. - Киев: 1987.

7. Рудава В.Е. Разработка электронно-оптического метода и установки по определению качества поверхности // СКТГ по изоляторам и арматуре ВПО "Совэлектросетьизоляция". Акт внедрения результатов научно-исследовательской работы. - Славянск, Донецкой обл., 1987 г.

8. Рудава В.Е., Пригула А.Д. Оптический способ диагностирования состояния исследуемой поверхности. Авторское свидетельство № 066272, заявка № 4233463.

9. Рудава В.Е., Захаров А.Д. Контроль неразрушающих поверхностей. Акт внедрения образца. - Славянск, Донецкой обл., 1991.

---

Подписано в печать 07.08.92. Формат 60х84/16. Бумага типографская.  
Офсетная печать. Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд., м. 1,0. Тираж 100 экз.  
Заказ № 140-1. Цена \_\_\_\_\_ . Изд. № 334/Ш.

---

Издательство КИИГА.  
252058, г. Киев-58, проспект Космонавта Комарова, 1.

АНБ им. В. Стефанова  
АН УРСР



468720

AB 26.075

**AB 26.075**