

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

Система управления и измерения топлива СУИТЗ-2 (канал измерения)

Электронные методические указания
к лабораторным работам

Самара

2010

УДК 681.2: 629.13(075.8)

Составители: **Прилепский Василий Андреевич,**
Коптев Анатолий Никитович

Методические указания содержат сведения, необходимые для изучения системы СУИТ и применения программных средств для реализации виртуальных приборов и моделей. Приведены рекомендации построения виртуальной модели в программной среде LabVIEW и его приборной панели, представлены примеры разработки виртуальных приборов, и методика их моделирования.

Методические указания предназначены для магистров высших учебных заведений, обучающихся по магистерской программе “Контроль состояния и диагностирование неисправности летательных аппаратов и их функциональных систем” по направлениям подготовки 162 300.68 “Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей” и 162500.68 “Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов” и изучающих дисциплину “Теория и практика контроля и диагностики систем авиационной техники”.

Подготовлено на кафедре эксплуатации авиационной техники.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

Введение.....	4
1 Состав системы.....	5
2 Описание.....	7
2.1 Условия работы системы и погрешности измерительной части.....	9
2.2 Измерительная часть.....	7
3 Работа измерительной части.....	8
4 Имитация работы канала измерения топлива 1-го двигателя в программной LABVIEW 8.5.....	14
4.1 Лицевая панель разработанного виртуального прибора.....	14
Список рекомендуемой литературы.....	19

ВВЕДЕНИЕ

Скоростной реактивный дозвуковой самолет Ан-124 предназначен для перевозки крупногабаритной техники и грузов на магистральных авиалиниях с коммерческой загрузкой до 120 тонн при эксплуатации на бетонированных ВПП длиной 2500 метров и более с крейсерской скоростью 700...800 км/час.

Топливная система самолёта АН-124 имеет в своем составе систему управления и измерения топлива СУИТЗ-2 (топливомер).

Система управления и измерения топлива СУИТЗ-2 предназначена для:

- измерения запаса топлива в каждом баке и суммарного запаса топлива на каждый двигатель отдельно в полете;
- измерения запаса топлива в каждом баке на земле по индикаторам на щитке заправки;
- выдачи информации о суммарном запасе топлива на объекте в БЦВМ и аварийный регистратор;
- выдачи сигналов о суммарном запасе топлива на объекте через ответчик (СО-72М) на землю;
- выдачи сигналов в систему автоматического управления порядком расходования топлива и сигнализации резервного остатка топлива;
- выдачи сигналов в систему автоматического управления закрытием заправочных и магистральных кранов.

1 СОСТАВ СИСТЕМЫ

В состав системы входят:

– датчики топливомера:

ДТ35А-40.....	2 шт.;
ДТ35А-41.....	2 шт.;
ДТ35А-42.....	2 шт.;
ДТ35А-43.....	2 шт.;
ДТ35А-44.....	2 шт.;
ДТ35А-45.....	2 шт.;
ДТ35А-46.....	2 шт.;
ДТ35А-47.....	2 шт.;

– датчики топливомера с конденсатором:

ДТК7А-6.....	2 шт.;
ДТК7А-7.....	2 шт.;
ДТК7А-8.....	2 шт.;

– датчики топливомера с сигнализатором:

ДТС17А-18.....	2 шт.;
ДТС17А-19.....	2 шт.;
ДТС17А-20.....	2 шт.;
ДТС17А-21.....	2 шт.;
ДТС17А-22.....	2 шт.;
ДТС17А-23.....	2 шт.;
ДТС17А-24.....	2 шт.;
ДТС17А-25.....	2 шт.;
ДТС17А-26.....	2 шт.;
ДТС17А-27.....	2 шт.;
ДТС17А-28.....	2 шт.;

– датчики топливомера с сигнализатором и компенсатором:

ДТСК11А-4.....	2 шт.;
ДТСК11А-5.....	2 шт.;
ДТСК11А-6.....	2 шт.;
ДТСК11А-7.....	2 шт.;

– датчик-сигнализатор индуктивный ДСИ5А-1..... 2 шт.;

– индикатор топливомера ТП11-1..... 4 шт.;

– индикатор топливомера заправочный ИТ39-2..... 1 шт.;

– индикатор топливомера заправочный:

И1310-2.....	1 шт.;
ИТ310-3.....	1 шт.;

- ИТ310-4.....1 шт.;
- ИТ310-5.....1 шт.;
- ИТ310-6.....1 шт.;
- ИТ310-7.....1 шт.;
- переключатель галетный ПГК3-1Б.....1 шт.;
- рама монтажная групповая РМГ7-1.....1 шт.;
- на ней установлены:
- блок измерения с обработкой БИ06.....1 шт.;
- со вставками тарифовочными ВТ4-24.....2 шт.;
- блок преобразования суммы БПС5.....1 шт.;
- со вставкой масштабной ВМ1-2.....1 шт.;
- рама монтажная групповая РМГ8-1.....1 шт.;
- на ней установлены:
- блоки измерения с обработкой БИ06.....3 шт.;
- со вставками тарифовочными:
- ВТ4-25.....2 шт.;
- ВТ4-26.....2 шт.;
- ВТ4-26.....2 шт.;
- рама монтажная групповая РГМ8-2.....1 шт.;
- на ней установлены:
- блоки измерения с обработкой БИ06.....3 шт.;
- со вставками тарифовочными:
- ВТ4-28.....2 шт.;
- ВТ4-29.....2 шт.;
- ВТ4-30.....2 шт.;
- рама монтажная групповая коммутационная РМГК1.....1 шт.;
- на ней установлены:
- блок релейный полупроводниковый БРП6А-6.....2 шт.;
- со вставками контрольными ВК3-6.....2 шт.;
- блок релейный полупроводниковый БРП6А-9.....2 шт.;
- со вставками контрольными ВК2-9.....2 шт.;
- блок управления порядком расхода БУПР9-1.....1 шт.
- Функционально система состоит из трех частей:
- измерительной части:
 - автоматической части расхода;
 - автоматической части заправки.;

2 ОПИСАНИЕ

2.1 Условия работы системы и погрешности измерительной части

Система работает в условиях:

- питания от сети переменного тока напряжением от 104 до 125 В частотой от 360 до 440 Гц и постоянного тока напряжением от 18 до 31 В. Система сохраняет работоспособность после воздействия переходных режимов в пределах 2,3 по ГОСТ 19705-74. Автоматическая часть системы при переходе на аварийный режим питания отключается;
- изменения температуры окружающего воздуха и топлива от минус 60 до 60°С при атмосферном давлении от 104 до 12 кПа (от 780 до 90 мм. рт. ст., высота от 0 до 13000);
- воздействия инея и росы;
- повышенной концентрации пыли;
- относительной влажности до 100 % при температуре до 40 °С;
- воздействия морского тумана;
- воздействия плесневых грибов;
- воздействия проникающей радиации;
- воздействия электромагнитного импульса;
- использования марок топлива ТІ, ТС-I ГОСТ 10227-62, РТ ГОСТ 16564-71 с добавкой жидкости "И" до 0,3 % и присадки СИГБОЛ до 0,0005 %. Основная марка ТС-I;
- воздействия акустических шумов в диапазоне частот от 50 до 10000 Гц с уровнем звукового давления до 130 дБ;
- система в нерабочем состоянии устойчива к циклическому изменению температуры окружающего воздуха от минус 60 до 85°С.

Система СУИТЗ-2 работоспособна при воздействии вибрационных нагрузок:

- для датчиков, расположенных в концевой зоне, с ускорением до $49,05 \text{ м/с}^2$ (5g) в диапазоне частот до 2000 Гц;
- для индикаторов, рам РМГК1, РМГ7 и РМГ8 с блоками, датчиков, расположенных в центральной зоне, ПГКЗ-1Б с ускорением до $9,81 \text{ м/с}^2$ (1g) в диапазоне частот до 500 Гц.

Система СУИТЗ-2 работоспособна при воздействии ударной нагрузки с длительностью импульса от 20 до 50 мс и ускорением, м/с^2 , не более:

- для рамы РМГК1, блоков Ш06, БПС5, индикаторов ИТ11-1, ИТ39, ИТ310, переключателя галетного ПГКЗ-1Б, датчиков, расположенных в центральной зоне..... $58,8$ (6g);
- для датчиков, расположенных в концевой зоне..... $118,0$ (12g);
- линейных ускорений, м/с^2 , не более:
для изделий системы..... $49,0$ (5g);
для узлов крепления..... $98,0$ (10g);

Потребляемая мощность:

- по постоянному току, Вт, не более.....50;
- по переменному току, ВА, не более.....500.

Масса системы (120 + 6) кг.

Погрешность измерительной части системы относительно заданных градуировочных графиков для положения горизонтального полета, %, от максимально измеряемого количества топлива, не более:

- при нормальных условиях.....±2;
- при условиях, отличных от нормальных.....±4 ;
- при повышенной влажности.....±5.

Нормальные условия:

- температура окружающего воздуха, °С.....от 15 до 35 ;
- относительная влажность воздуха, %.....от 45 до 80;
- атмосферное давление, кПа...от 84 до 107 (от 630 до 800 мм рт. ст.).

Дополнительная погрешность измерительного канала суммы и выдачи информации при всех условиях не превышает 1% от максимального измеряемого количества топлива на объекте.

Погрешность сигнализации уровня топлива, мм, не более:

- при нормальных условиях.....10;
- при условиях, отличных от нормальных.....15.

2.2 Измерительная часть

Измерительная часть состоит из датчиков ДТ35А, ДТС17А, ДТК7А, ДТСК11А, блоков БИ06, БПС5, установленных на рамах РМГ8, РМГ7, индикаторов ИТ11-1, ИТ39-2, ИТ310, переключателя ПГКЗ-1Б и обеспечивает:

- непрерывное измерение количества топлива в каждой очереди;
- поочередную (с помощью переключателя ПГКЗ-1Б) индикацию количества топлива в каждой очереди и суммарного количества-топлива, приходящегося на каждый двигатель;
- измерение и индикацию количества топлива в каждой очереди на земле;
- выдачу информации о суммарном количестве топлива на объекте в БЦВМ, СО-72М и аварийный регистратор (с блока БПС5);

Примечание. Под очередью понимается топливный бак с помещёнными в него датчиками.

Измерительная часть системы состоит из 14 идентичных каналов измерения количества топлива и канала суммирования. В каждый канал измерения количества топлива в очереди входят датчики и один канал блока БИ06.

Количество топлива, измеряемое в каждой очереди объекта в полете, индицируется на индикаторе ИТ11-1.

В зависимости от положения переключателя ПГКЗ -1Б индикатор ИТ11-1 индицирует количество топлива в определенной очереди или суммарного количества топлива, приходящегося на каждый двигатель.

Датчики ДТ35А предназначены для преобразования неэлектрической величины - уровня топлива в очередях объекта - в электрическую емкость датчика, пропорциональную количеству топлива.

Емкость датчика изменяется вследствие того, что меняется диэлектрик, находящиеся в пространстве между трубами датчика, при изменении уровня топлива: в заполненной части

бака между трубами находится топливо, в незаполненной - воздух.

Внутренняя труба датчиков ДТ35А профилируется таким образом, чтобы получить зависимость емкости датчика от его длины, повторяющую зависимость объема топлива в баке от высоты уровня топлива.

Датчик ДТСК11А предназначен для преобразования уровня топлива в электрическую емкость датчика-конденсатора, пропорциональную количеству топлива, и для устранения методической погрешности, возникающей при изменении температуры топлива. Устранение указанной погрешности обеспечивается температурным компенсатором П-85, встроенным в датчик ДТСК11А и включенным в цепь питания датчиков.

Блоки БИО6 предназначены для преобразования сигналов датчиков измерительной части системы с обработкой этих сигналов на потенциометрах R1-1, R-2, R1-3, R11-4 для обеспечения выдачи информации о количестве топлива в очередях в индикаторы ИТ11-1, ИТ39, ИТ310, блок БПС5.

На передних панелях блоков БИО6 расположены шкалы потенциометров обработки каждого канала измерения и кнопка проверки функционирования канала температурной компенсации КОМП.

На блоках БИО6 устанавливаются тарировочные вставки ВТ4, которые содержат элементы измерительного емкостного моста и предназначены для согласования начальной емкости датчиков с блоками БИО6 и с тарировочной характеристикой топливных баков.

Одна вставка ВТ4 содержит элементы одного канала измерения.

На передней панели вставки ВТ4 под крышкой размещены регулировки:

- положение начальной отметки шкал потенциометра обработки блока БИО6 ;
- положения отметки шкал потенциометров при полностью заправленной топливом очереди ;
- обратной связи каждого канала измерения.

Индикатор ИТ11-1 предназначен для индикации количества топлива в очередях и суммарного количества топлива, проходящегося на двигатель.

Работа индикатора ИТ11-1 основана на усилении, суммировании сигналов (в случае индикации количества топлива, проходящегося на двигатель), поступающих с движков потенциометров обработки блока БИО6 и в последующем их преобразовании в перемещение стрелки индикатора ИТ11-1 и в перемещение шкалы счётчика точного отсчета, пропорциональное количеству измеряемого топлива.

На задней панели индикатора ИТ11-1 под крышкой расположены регулировки положения стрелки индикатора при полностью заправленных топливом очередях и обратной связи. Индикатор ИТ11-1 имеет встроенный белый подсвет.

Переключатель ПГК3-1Б обеспечивает поочередную коммутацию измерительных каналов при измерении количества топлива в каждой очереди и суммарного количества топлива, проходящегося на двигатель.

Блок БПС5 предназначен для суммирования сигналов со всех измерительных каналов (с потенциометров блоков БИО6), усиления и выдачи информации в бортовые комплексы. На передней панели блока БПС5 расположены: разъем стыковки со вставкой ВМ1-2, четыре светодиода с маркировкой номеров разрядов, кнопка КОНТРОЛЬ для подключения потенциометра контроля, ручка для обеспечения вращения оси потенциометра контроля

блока БПС5. На блоке БПС5 устанавливается масштабная вставка ВМ1-2. Вставка предназначена для согласования сигналов, поступающих с датчиков-потенциометров блоков БИО6.

3 РАБОТА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ

В основу работы измерительной части системы положен электроемкостной метод измерения количества топлива. Сущность метода сводится к измерению электрической емкости датчика, изменяющейся в зависимости от количества топлива в очереди, вследствие различной диэлектрической проницаемости топлива и воздуха. Емкость датчика изменяется по зависимости:

Где $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \frac{\Phi}{\text{м}}$, $\epsilon_n \approx 1$, D, d - диаметры трубок датчика, h – уровень топлива, H - высота бака(датчика).

Работу измерительной части системы рассмотрим на примере работы канала измерения топлива 1 очереди 1 двигателя. Питание элементов осуществляется от источников питания ИП.

Ёмкости «сухих» ($h=0$) датчиков для очередей 1-го двигателя:

0 очередь – $293,7 \pm 5,9$ пФ;

1 очередь – $427,9 \pm 8,8$ пФ;

2 очередь – $221,2 \pm 4,5$ пФ;

3 очередь – $295,5 \pm 5,9$ пФ.

Измерение емкости датчиков производится самоуравновешивающимся мостом переменного тока. Электроемкостной датчик C_d и конденсаторы вставки ВТ4-28(C_1 (емкость сравнения), C_7 (емкость модуляции), C_5 (емкость отработки), а также C_4 (емкость контроля)) – образуют электроемкостные плечи моста.

На плечо датчиков (C_d) и плечо сравнения моста (C_1) подается питание от вторичных обмоток трансформатора Tr_1 , включенных в противофазе через делитель, образованный резисторами R_3 (в обмотке БИО6) и R_1 (H).

Емкость конденсатора C_1 подбирается так, чтобы ток в плече датчиков при отсутствии топлива уравновешивался током в плече сравнения.

Питание плеча отработки (C_5) обеспечивается делителем напряжения, образованным потенциометром отработки R_1-1 и ограничительным резистором R_4 , подключенным к обмотке трансформатора Tr_2 .

Ток плеча обмотки обеспечивает уравновешивание приращения тока в плече датчиков, пропорционального изменению электрической емкости C_d , вызванному изменением уровня топлива в баке.

При изменении температуры топлива изменяется его диэлектрическая проницаемость и плотность. Это приводит к появлению методической погрешности измерения. Для исключения этой погрешности используется термокомпенсатор, включенный в цепь питания плеча отработки измерительного моста. В качестве термокомпенсатора используется термоприемник П-85 (R_t), встроенный в датчик ДТСК11А-7.

Сигнал рассогласования частотой 8 кГц с измерительного моста подается на вход усилителя демодулятора УД. Частоту 8кГц обеспечивает генератор Г.

Одновременно на вход УД подается напряжение с выхода модулятора МОД через емкость C_7 .

Модулятор представляет собой узел, собранный на полупроводниковых микросхемах, выполняющих роль ключей.

С выхода модулятора снимается напряжение повышенной частоты, промодулированное по фазе напряжением 400 Гц.

Усилитель-демодулятор содержит два каскада усиления на микросхемах, амплитудный декодер, собранный по схеме двухполупериодного выпрямителя на диодах, устройства автоматического регулирования усиления и стабилизированный источник питания постоянного тока.

В усилителе-демодуляторе производится модулирование сигнала измерительного моста по амплитуде, его усиление и демодуляция.

При изменении количества топлива в очереди на вход УД подается сумма токов с датчиков 1 очереди 1 двигателя (), с нулевого делителя R3, R1(H) через конденсатор C1, от модулятора через конденсатор C7 и от движка потенциометра отработки R1-1 через конденсатор C5. Сумма токов представляет собой сигнал частотой 8 кГц промодулированный по фазе частотой 400 Гц.

С выхода усилителя демодулятора сигнал поступает на усилитель низкой частоты УНЧ.

С выхода усилителя УНЧ напряжение рассогласования поступает на обмотку управления ОУ двигателя-генератора M1 и приводит в движение ротор двигателя и механически связанный с ним движок потенциометра R11-1.

Двигатель M1 перемещает движок потенциометра R1-1 до тех пор, пока сумма токов на входе УД не станет равной нулю.

Когда мост придет в состояние равновесия, шкала потенциометра R1-1 блока БИО6 и стрелка индикатора ИТ11-1 через редуктор устанавливается на угол, пропорциональный количеству топлива в очереди.

С сигнальной обмотки ОС двигателя M1 снимается сигнал обратной связи, охватывающий усилитель УНЧ.

Резистором R2 (ОС), находящимся во вставке ВТ4-28 и включенным параллельно сигнальной обмотке ОС, обеспечивается регулировка чувствительности канала измерения и устранение автоколебаний индикатора.

Цепь термокомпенсации работает следующим образом: через делитель напряжения R1(в блоке БИО6), R3 (M), резистор R5 и термокомпенсатор R_t поступает напряжение на трансформатор Tr2, питающий цепь отработки.

При изменении температуры топлива изменяется сопротивление приемника температуры П-85 (R_t), в результате этого изменяется напряжение питания трансформатора Tr2 и, соответственно, ток в цепи отработки, чем и достигается неизменность показаний индикатора.

На переднюю панель блика БИО6 выведена кнопка Кн1 КОМП для проверки канала термокомпенсации. При нажатии на кнопку КОМП движок R3 соединяется с корпусом. Сопротивление R_t изменяется по зависимости:

$$R_t = R_0(1 + \alpha \Delta t);$$

где R_0 - сопротивление при 0°C; α - температурный коэффициент сопротивления; Δt - приращение T.

В результате этого изменяется напряжение питания трансформатора Тр2 и, соответственно, ток в цепи отработки, что приводит к изменению показаний индикатора соответствующей очереди. Схема рассчитана таким образом, что при контроле функционирования термокомпенсации отклонение стрелки индикатора происходит в сторону начальной отметки шкалы.

Реле Р1 и Р2 блок БИОб и конденсатор С4 вставки ВТ4-28 предназначены для контроля функционирования канала измерения при нажатии на кнопки МИН и МАКС, расположенные на приборной доске и щитке заправки.

При нажатии на кнопку МИН срабатывает реле Р1 и своими контактами подключает конденсатор С4 вставки ВТ4-28 параллельно конденсатору С1 плеча сравнения, нарушая тем самым равновесие моста. При этом стрелка индикатора перемещается к начальной отметке шкалы.

При нажатии на кнопку МАКС (размах) срабатывает реле Р2 блока БИОб, которое своими контактами в плечо датчика подключает конденсатор С4. При этом стрелка индикатора перемещается к конечной отметке шкалы.

Резисторами R1 (Н) и R3 (М), расположенными во вставке ВТ4-28, производят настройку канала измерения на заданную начальную и конечную отметки шкалы потенциометра отработки.

Остальные каналы измерения топлива в других очередях построены аналогичным образом.

Каждый блок БИОб содержит в себе два канала измерения с отработкой.

4 ИМИТАЦИЯ РАБОТЫ КАНАЛА ИЗМЕРЕНИЯ ТОПЛИВА 1 ДВИГАТЕЛЯ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ LABVIEW 8.5

Для имитации канала измерения топлива 1 двигателя в программной среде LabVIEW 8.5 необходимо произвести структурное представление электрической схемы. Структурная схема представлена на рисунке 1.

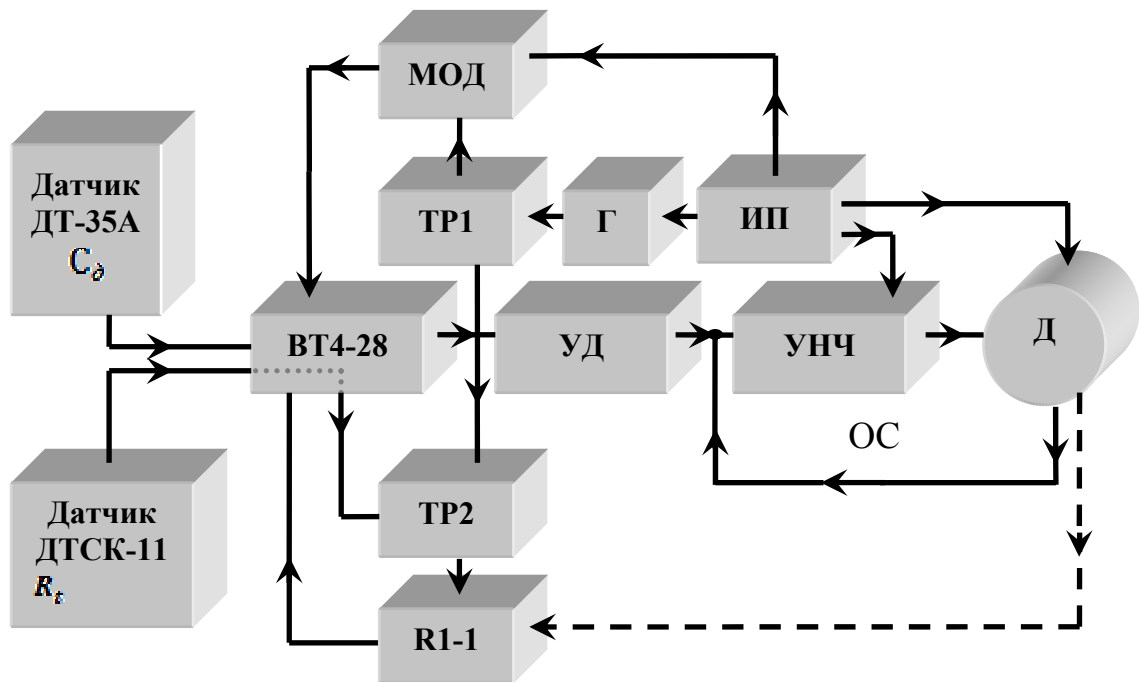


Рисунок 1 – Структурная схема канала измерения топлива

Структурная схема позволяет наглядно проследить взаимосвязь между различными блоками.

4.1 Лицевая панель разработанного виртуального прибора

Условно лицевая панель разделена на несколько блоков. Общий вид панели в рабочем состоянии приведен на рисунке 2.

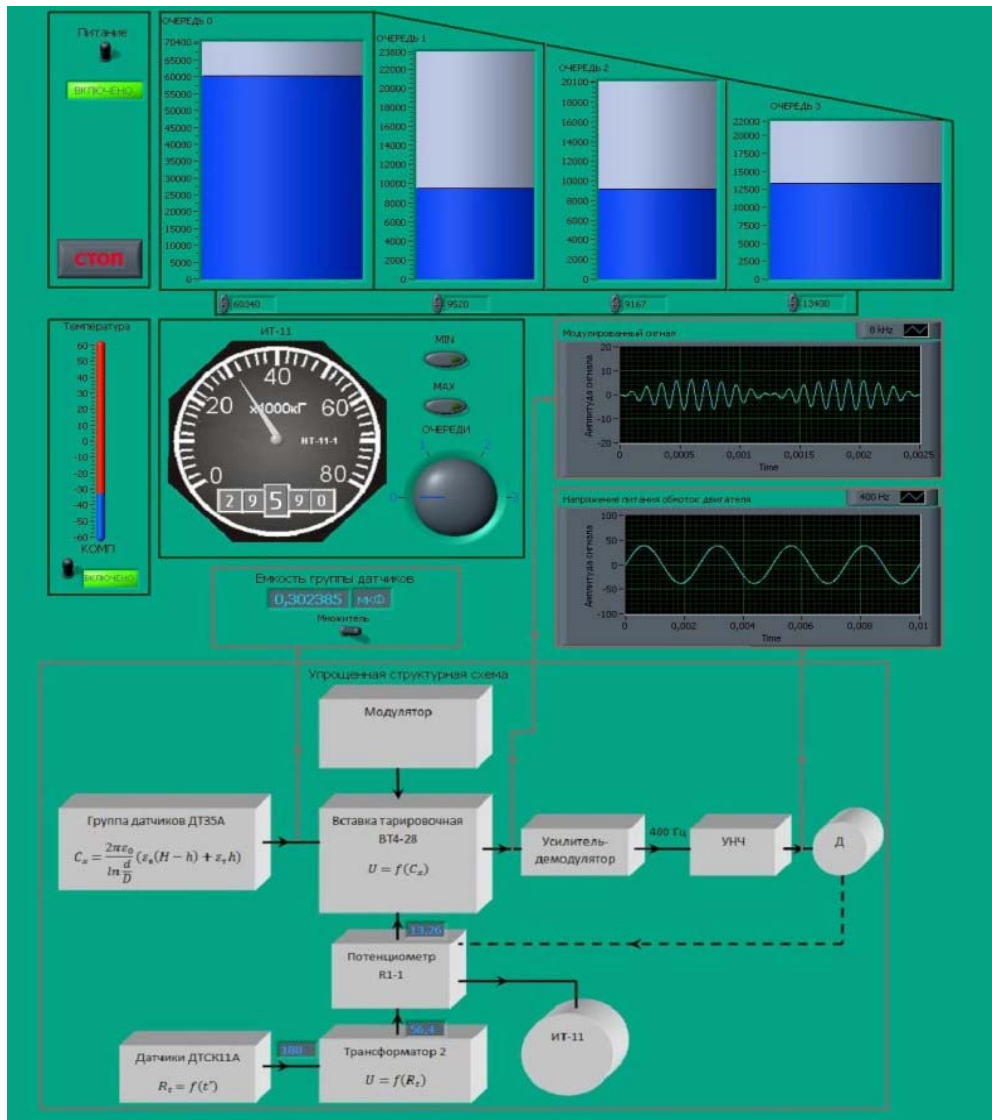


Рисунок 2 – Общий вид лицевой панели разработанного виртуального прибора

Первый блок, изображенный на рисунке 3, отвечает за имитацию и индикацию включения питающего напряжения системы. Управление осуществляется с помощью тумблера. Во включенном состоянии индикатор горит ярко зеленым цветом и отображает надпись «ВКЛЮЧЕНО».



Рисунок 3 – Панель имитации включения питающего напряжения

В выключенном состоянии индикатор темно-зелёный и имеет надпись «ОТКЛЮЧЕНО». Кнопка «СТОП» управляет остановкой выполнения программы.

На рисунке 4 изображена панель имитации уровня топлива в очередях(баках). Она содержит имитированное изображение ёмкости и позволяет задавать объем топлива в баках 0-й, 1-й, 2-й и 3-й очереди. Изменением высоты синего столбца достигается имитация изменения объема топлива в баках. Слева от имитации ёмкости находится шкала по которой грубо можно определить объём топлива в имитированном баке. Под изображением каждого бака находится числовой индикатор, по которому емкость определяется с точностью до одного литра. С помощью стрелочек, расположенных слева от числовых индикаторов можно задавать объём топлива с шагом один литр.

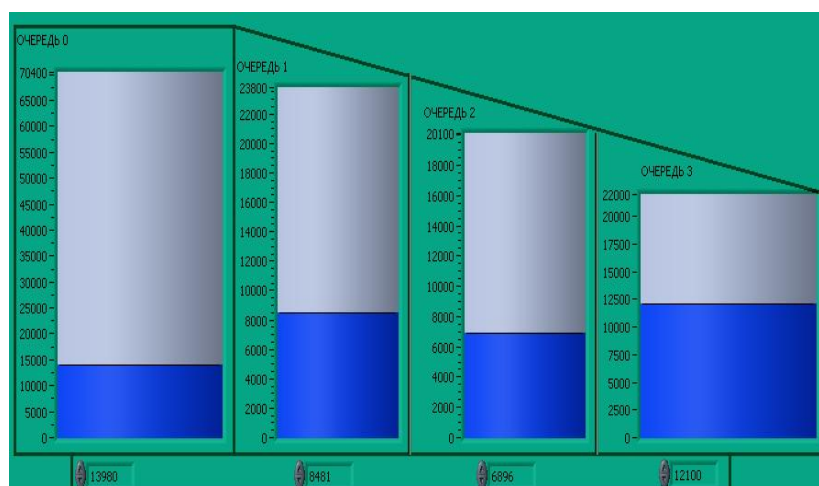


Рисунок 4 - Панель имитации уровня топлива в очередях(баках).

На панели термокомпенсации (рисунок 5) имеется задатчик температуры. С его помощью имитируется изменение температуры топлива в баках в пределах от -60 до +60°С. Цена деления шкалы - 2°С.

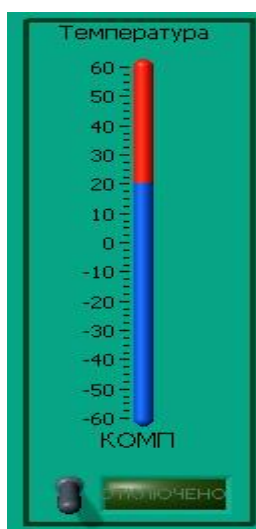


Рисунок 5 – Панель термокомпенсации

Ниже задатчика температуры расположен тумблер «КОМП». При включенном положении горит зеленое табло с надписью «ВКЛЮЧЕНО», компенсация методической погрешности включена, и показания ИТ11-1 остаются неизменными при изменении температуры. В зависимости от температуры топлива меняется напряжение на обмотках трансформатора Тр2 и подключенного к нему потенциометра R1-1.

При выключенном тумблере «КОМП» табло имеет темно-зеленый цвет с надписью «ОТКЛЮЧЕНО». В этом случае температурная компенсация отключена, и погрешность не устраняется. Изменение температуры приводит к изменению показаний ИТ11-1.

На панели индикации массы топлива (рисунок 6) находится имитация указателя количества топлива ИТ11-1. Его внешний вид идентичен оригинальному указателю, установленному в кабине экипажа на рабочем месте бортинженера. Указатель топлива имеет стрелочный и индексный указатель. Шкала стрелочного указателя имеет цену деления 2000 кг, предел шкалы - 80000 кг. В имитации работы индексного указателя реализован реалистичный перебор индексов при изменении массы топлива.



Рисунок 6 – Панель индикации массы топлива

Кнопки «MIN» и «MAX» служат для встроенного контроля проверки работоспособности системы. При нажатии одной из них осуществляется подключение электрических ёмкостей, соответствующих нулевому и максимальному количеству топлива и прибор должен отработать на нулевую отметку, либо на 80000 кг соответственно. При нажатии кнопки «MIN» или «MAX» загорается зелёный индикатор, расположенный на кнопке. Переключатель «ОЧЕРЕДИ» осуществляет переключение между баками 0-й, 1-ой, 2-ой, 3-й очереди и обеспечивает поочередную индикацию запаса топлива в этих баках.

Остальные панели предназначены для контроля электрических параметров на различных участках системы. Для удобства приведена упрощённая структурная схема системы (рисунок 7).

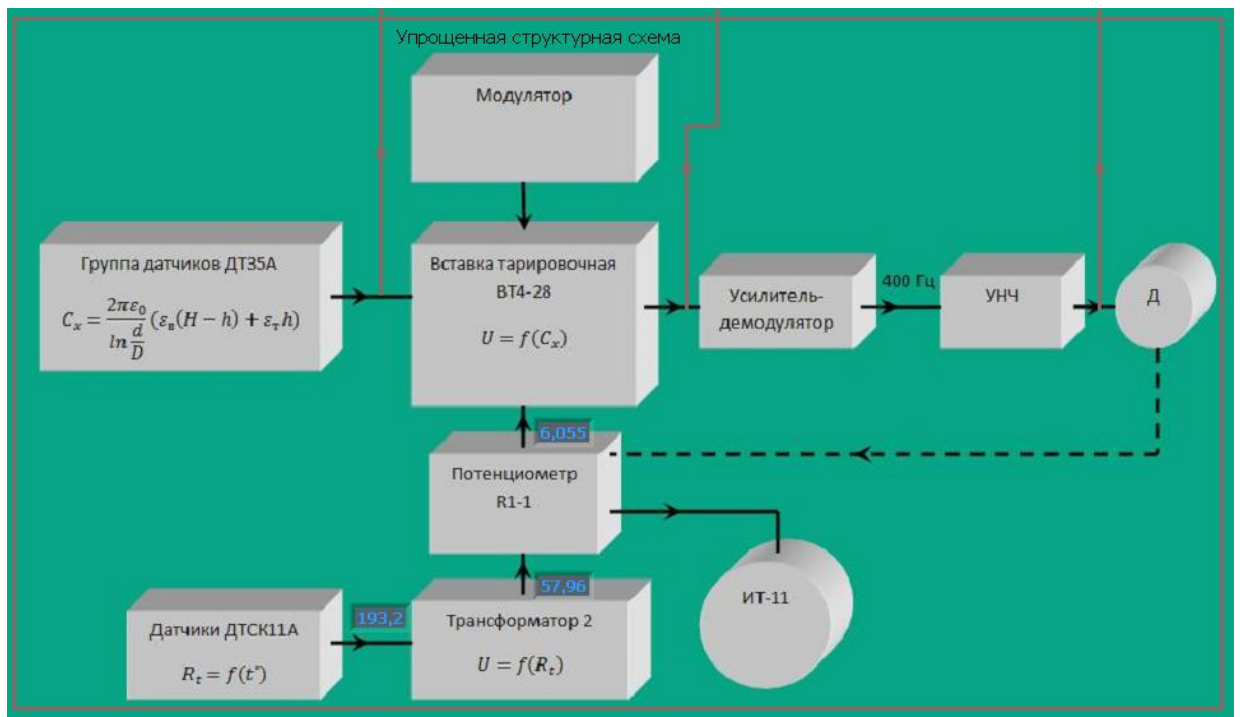


Рисунок 7 – Панель упрощенной структурной схемы

Часть параметров отображается непосредственно на структурной схеме, часть вынесена на отдельные панели. Непосредственно на структурной схеме отображаются:

- сопротивление датчика термокомпенсации ДТСК-11 в Ом;
- амплитуда переменного напряжения на обмотках ТР2(трансформатор 2) в В;
- напряжение, снимаемое с движка потенциометра R1-1 в В.

Остальные параметры выводятся на отдельные панели.

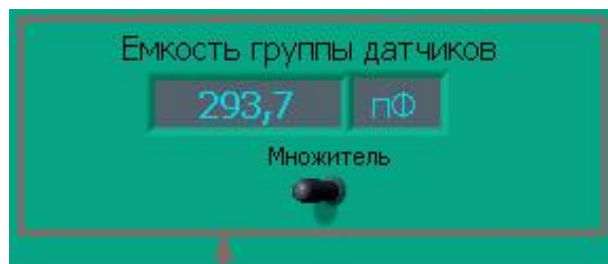


Рисунок 8 – Панель измерения электрической ёмкости датчика ДТ35А

На рисунке 8 изображена панель измерения электрической ёмкости датчика ДТ35А. Переключатель «МНОЖИТЕЛЬ» осуществляет переключение размерности.

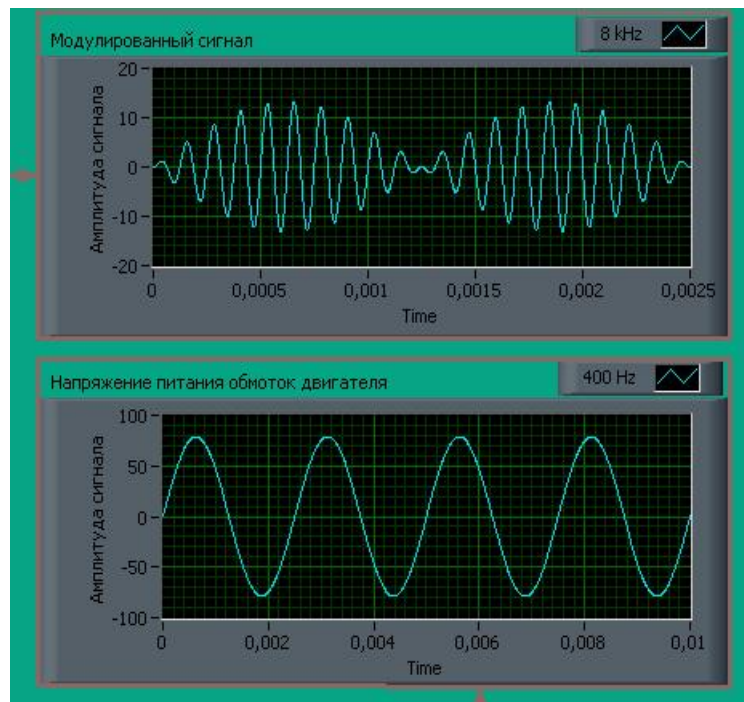


Рисунок 9 – Панель временных диаграмм

На панели временных диаграмм отображается временное изменение сигналов. На рисунке 9 представлен вид панели в момент отработки системы. Верхний график отображает вид модулированного сигнала на входе в усилитель-демодулятор. На нижнем – вид питающего напряжения двигателя.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. В. А. Прилепский «Авиационные приборы и информационно-измерительные системы. Книга 1»: Учеб. пособие. – Самара: Изд. Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. - 240 с.
2. Суранов А. Я. LabVIEW 8.20: Справочник по функциям. – М.: ДМК Пресс, 2007.- 536 с.
3. Техническая документация. Руководство по технической эксплуатации топливной системы самолёта АН-124-100