

УДК 629.05+004.9

МЕТОД КОНТРОЛЯ СЕТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ САМОЛЕТОВ ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ NATIONAL INSTRUMENTS И ПРОГРАММНЫМ КОМПЛЕКСОМ LABVIEW

© 2009 В.Н. Писаренко

Самарский государственный аэрокосмический университет

Поступила в редакцию 10.07.2009

В статье рассмотрены вопросы организации контроля сети электроснабжения самолета с помощью технических средств компании National Instruments и компьютерной программы LabVIEW.

Ключевые слова: самолет, электроснабжение, энергоузел, модель, проверка

Система электропитания самолетов Ту-154М, Як-42, Ту-204 состоит из сети трехфазного переменного тока 200В 400Гц, сети однофазного переменного тока 115В 400Гц, трехфазного переменного тока 36В 400Гц и сети постоянного тока 27В. На самолете Ту-154 на панели энергетики установлены [1] вольтметры, частотомеры и амперметры для контроля параметров системы электроснабжения. Напряжение источников электропитания переменного тока контролируется ферродинамическим вольтметром ВФ-0,4-250 со шкалой от 0 до 250В с точностью измерения $\pm 2В$, частота – с помощью ферродинамического герцметра ГФ-400/208 с пределами измерений от 350 до 450Гц и точностью измерения $\pm 1,6Гц$. Ток нагрузки контролируется ферродинамическим амперметром АФ1-150 со шкалой от 0 до 150А и точностью измерения $\pm 25А$. Подключение вольтметра и амперметра к источникам производится галетным переключателем 5П4Н-К13 путем установки в положения: “Сеть I”, “Сеть II”, “Сеть III”, “ВСУ” и “РАП”. Контроль напряжения по фазам производится галетным переключателем 3ПЗН-К путем установки в положения: “АВ”, “ВС” и “АС”. Амперметр подключается с помощью галетного переключателя 5П4Н-К13 к источникам путем установки его в положения: “Г-1”, “Г-2”, “Г-3”, “ВСУ-РАП”. С помощью переключателя 3П12Н-К13 амперметр подключается к фазам А, В, С. Для контроля напряжения и частоты переключатель вольтметра и герцметра устанавливаются последовательно в положение “Сеть I”, “Сеть II”, “Сеть III”. Контролируется линейное напряжение, которое должно быть в пределах 202-210В, фазное напряжение 116-122В, частота 392-408Гц, ток нагрузки – не более 111А. Эксплуатация генераторов в полете сводится к периодическому контролю

напряжения, частоты и тока нагрузки, которые должны быть в заданных пределах. Сигнальные лампы на панели энергоузла и на щитке сигнализации панели АЗС не должны гореть [1]. При этом, какие либо действия по изменению параметров работы сетей электроснабжения не возможны. Коммутационная аппаратура и автоматика управления сетью сама производит необходимые переключения в случае возникновения каких-либо неисправностей в системе электроснабжения самолета. Бортовой инженер самолета производит множественные переключения и производит отсчет по шкалам приборов с дополнительной погрешностью измерений в зависимости от параллакса. Точно таким же образом контролируются сети переменного тока 36В и постоянного тока 27В и на других типах воздушных судов. Через каждые полчаса полета выполняются операции по контролю системы электроснабжения самолетов. Экипаж отвлекается на выполнение предписанных руководством по летной эксплуатации операций по контролю энергоснабжения самолета, производит измерения [2], упуская хотя бы на короткое время контроль над пространственным положением самолета, соблюдением скоростных и высотных параметров полета, работы автоматики выработки топлива, контроль работы двигателей, навигации и других жизненно важных операций.

Выполнено моделирование системы электроснабжения самолетов 36В 400Гц с помощью программной среды LabVIEW [3], технических средств компании National Instruments (NI) [5] и персонального компьютера Acer AOA110-Ab Blue. Разработана программа контроля сети электроснабжения переменного тока с помощью программной среды LabVIEW и технических средств фирмы National Instruments (NI). Программная среда LabVIEW [3, 4] представляет собой высокоэффективную среду графического программирования с широкими функциональ-

*Писаренко Виктор Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации авиационной техники.
E-mail: eat@ssau.ru.*

ными возможностями. Интуитивно понятный процесс графического программирования позволяет уделять больше внимания решению самой проблемы, а не процессу программирования. Технические средства National Instruments [5] представляют собой различное оборудование: высокоточные аналоговые и цифровые датчики, платформы, модули, контроллеры, коннекторные блоки, кабели а также высокоуровневые средства управления тестами и обработкой данных. В качестве технических средств использовались датчики NI 9229 с аддитивной погрешностью 0,13% и компенсационной погрешностью 0,05%. Согласование сигналов на выходе АЦП и на входе шины USB было произведено прибором NI USB 9162. Оцифровка входного и выходного напряжения произведена АЦП NI 9229. Произведено измерение параметров сети энергоснабжения самолета Ту-154М. Измерен сдвиг фаз путем решения системы уравнений:

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= U_{\max 1} \sin(\alpha t) \\ U_2 &= U_{\max 2} \sin(\alpha t + \beta) \end{aligned} \right\},$$

где U_1 – измеренное значение напряжения на опорной фазе;

U_2 – измеренное значение напряжения на фазе сдвиг которой необходимо измерить;

$U_{\max 1}$ – максимальное значение амплитуды напряжения на опорной фазе;

$U_{\max 2}$ – максимальное значение амплитуды напряжения на фазе сдвиг которой необходимо измерить;

β – угол сдвига между фазами

Для запуска программы проверки системы электроснабжения самолета переменным током необходимо запустить приложение "пров.exe", после чего на экране компьютера отобразится внешний вид панели автоматизированной системы проверки сети переменного тока (рис. 1). На ней отображаются входные параметры, с помощью которых можно имитировать измеряемый сигнал, и выходные параметры, которые отображают результат измерения.

С помощью цифровых задатчиков "Фаза А, В", "Фаза В, С", "Фаза А, С" задается величина напряжения в вольтах на фазах А, В, С соответственно. Задатчиками "Сдвиг по фазе В относительно А" и "Сдвиг по фазе С относительно А" задается угол сдвига фаз в градусах между фазами В и А и между фазами С и А соответственно. Задатчиком "Частота, Гц" имитируется значение частоты выходного трехфазного напряжения 36В 400Гц. С помощью задатчика "Напряжение питания, В" задается значения входного напряжения в вольтах. В качестве выходных параметров на экране отображаются осциллограммы напряжения каждой фазы (индикаторы "Осциллограмма фазы А", "Осциллограмма фазы В", "Осциллограмма фазы С"), на которых представлен график изменения напряжения на каждой фазе. Так же представлена осциллограмма, на которой изображены сразу три фазы одновременно (индикатор "Осциллограмма выходного напряжения"). С помощью задатчика "Коэффициент умножения по времени" можно изменять развертку осциллограмм.

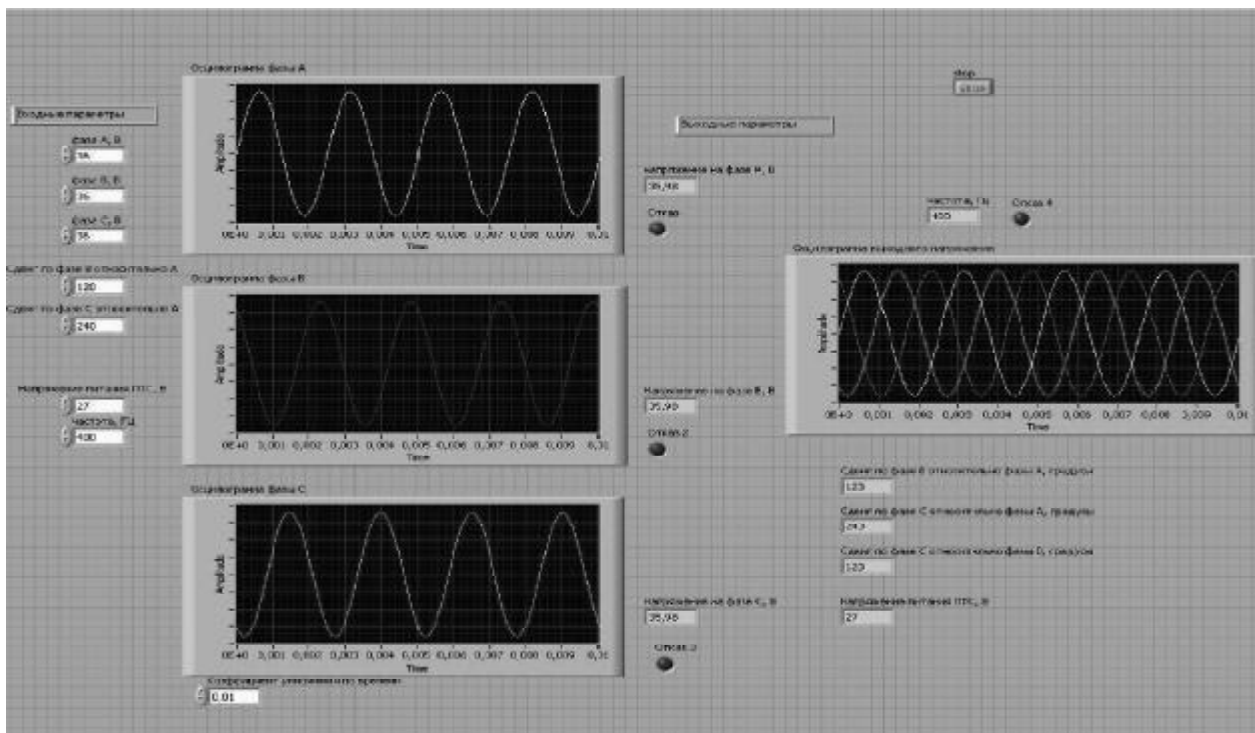


Рис. 1. Внешний вид передней панели автоматизированной системы проверки сети переменного тока

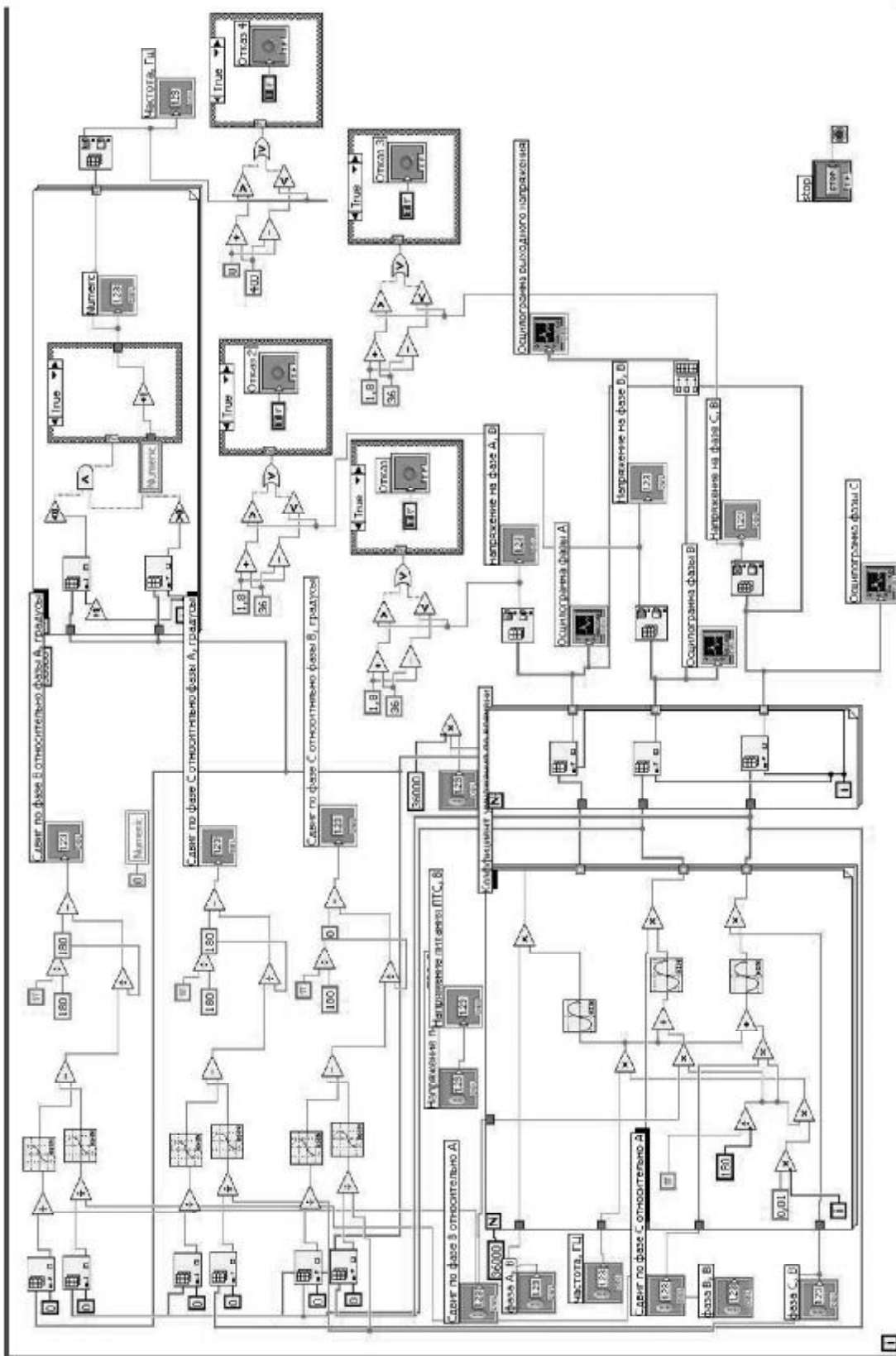


Рис. 2. Программа работы системы автоматической проверки сети переменного тока в программной среде LabVIEW

фазе В, С”, “Напряжение на фазе С, А”, измеренное значение угла сдвига фаз в градусах (индикаторы “Сдвиг по фазе В относительно фазы А, градусы”, “Сдвиг по фазе В относительно фазы С, градусы”, “Сдвиг по фазе С относительно фазы А, градусы”), измеренное значение частоты в герцах (индикатор “Частота, Гц”) и измеренное значение входного напряжения трехфазного статического преобразователя ПТС-250АМ (индикатор “Напряжение питания ПТС, В”).

Исходный код программы представлен на рис. 2.

Таким образом, был реализован принцип контроля работы электроснабжения переменным током 36В 400Гц самолета Ту-154М с помощью высокоточных технических средств. Погрешность измерения напряжения сети переменного тока 36В 400Гц составила $\pm 0,072В$.

Такими же техническими средствами производилась проверка системы электроснабжения постоянным током 27В самолета Ту-154М. При этом использовалась другая программа, представленная на рис. 4, а лицевая панель автоматизированной измерительной системы показана на рис 3.

Для запуска программы проверки работы системы электроснабжения самолета постоянным током 27В необходимо запустить приложение “prog.exe”, после чего на экране отобразится внешний вид лицевой панели автоматизированной системы контроля сети постоянного тока 27В (рис. 3).

На панели контроля отображаются входные параметры, с помощью которых можно имитировать измеряемый сигнал, и выходные параметры, которые отображают результат измерения.

С помощью задатчика “Напряжение на вы-

ходе” создается напряжение с выхода ВУ-6Б, на индикаторе “Измеренное напряжение” отображается измеренное напряжение, которое дублируется в окне “Напряжение”. Тумблер “Нагрузка” имитирует задание нагрузки на ВУ-6Б, при выходе напряжения за пределы допустимого загорается желтая лампа “Отказ”. Отображается осциллограмма выходного напряжения ВУ-6Б, по которой можно судить о коэффициенте искажения, который отображается на индикаторе “Коэффициент искажения”. При выходе коэффициента искажения за пределы допустимого значения, загорается лампа “Отказ”. С помощью задатчика “Коэффициент умножения по времени” можно изменить развёртку осциллограммы.

После подключения объекта контроля к контрольно-проверочной аппаратуре происходит оцифровка входного и выходного напряжения самолета с помощью АЦП NI 9229. Полученный цифровой код после согласования прибором NI USB 9162 поступает на порт USB ноутбука Acer AOA110-Ab Blue, для дальнейшей программной обработки и выдачи результатов на экран ноутбука.

На канал АЦП поступает напряжение от выпрямительных устройств ВУ-6Б, происходит оцифровка напряжения и согласование, затем сигнал поступает на порт USB ноутбука, где преобразуется в значение напряжения выпрямительного устройства ВУ-6Б, выдается соответствующая информация на экран ноутбука.

По полученным данным можно судить о величине напряжения электропитания сети постоянного тока и нелинейных искажениях сети 27В. Погрешность измерения напряжения сети постоянного тока 27В составила $\pm 0,054В$.

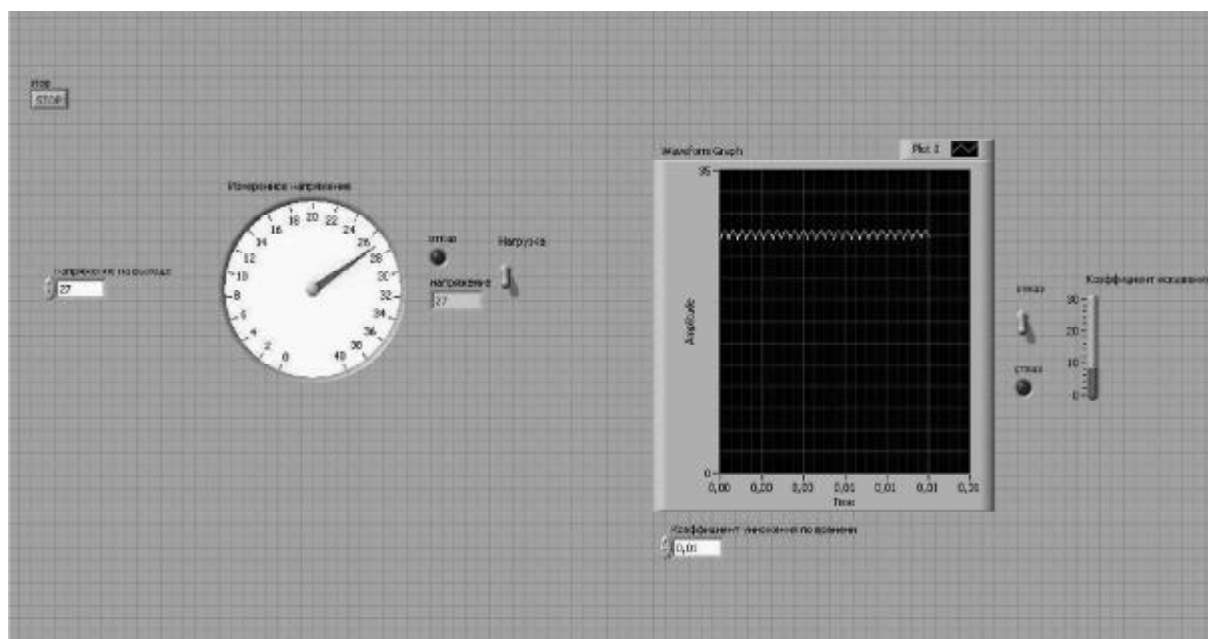


Рис. 3. Внешний вид лицевой панели автоматизированной системы контроля сети постоянного тока 27В

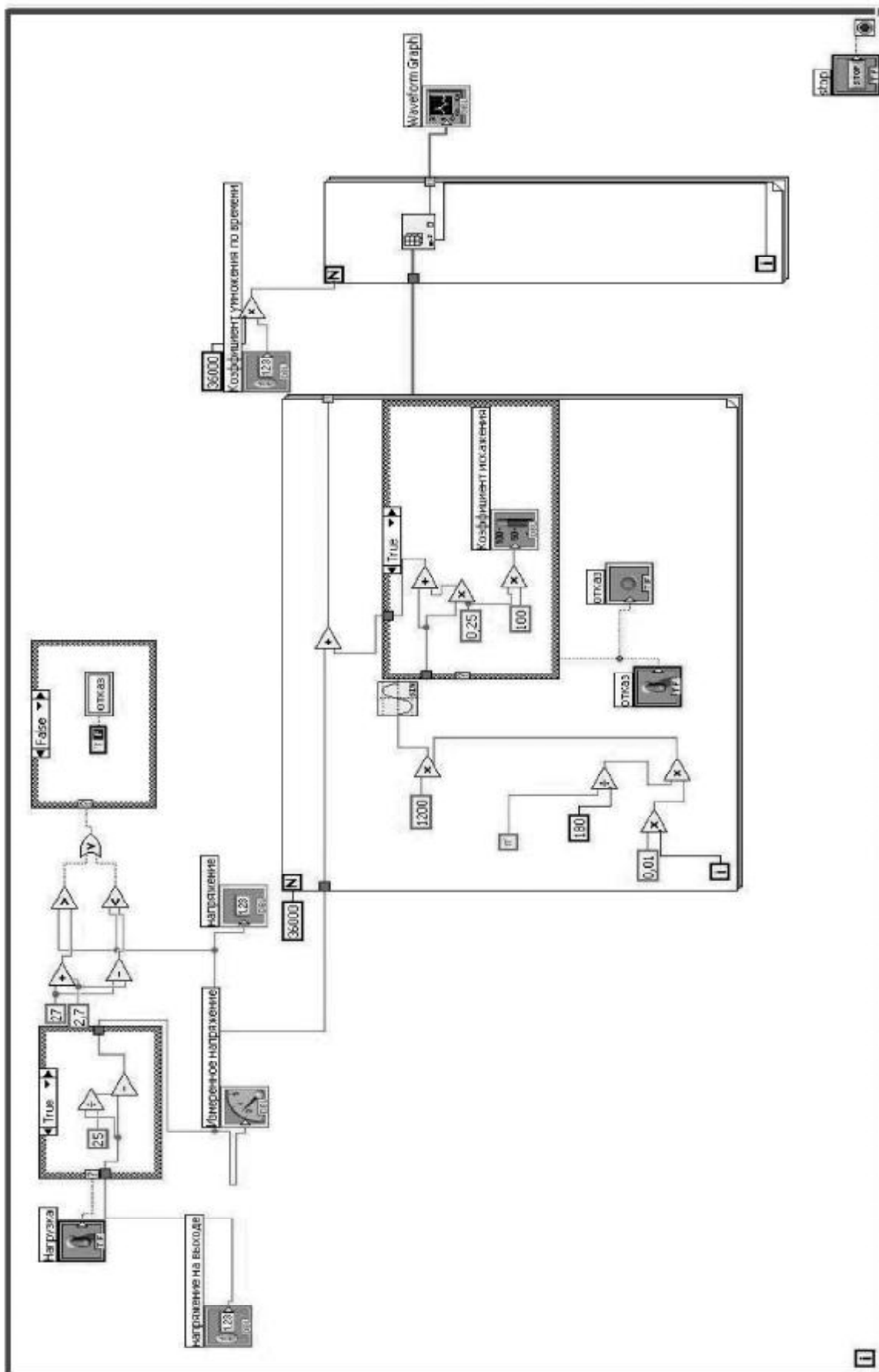


Рис. 4. Программа автоматизированной проверки системы электроснабжения самолета постоянным током 27В

Программа автоматизированной проверки системы электроснабжения самолета постоянным током 27В показана на рис. 4.

Выполненные работы позволили убедиться в возможности измерения параметров электроснабжения самолета Ту-154М с помощью автоматизированной системы контроля электроснабжения с высокой точностью и переходу от визуального контроля параметров по стрелочным приборам к автоматизированному измерению и документированию состояния сети электроснабжения самолета с помощью современных программных и технических средств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демидова Н.Ф., Лопатина Л.И. Электрооборудование самолета Ту-154 и его летная эксплуатация. М.: Машиностроение, 1978.
2. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах / Под ред. В.И. Нефедова. М.: Высшая школа, 2001.
3. Тревис Дж. LabVIEW для всех. М.: ДМК Пресс, 2004.
4. Батоврин В. К., Бессонов А.С, Мошкин В.В. и др. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий. М.: ДМК Пресс, 2005.
5. *National Instruments, NI. Specifications. 2007. National Instruments Corporation. 372409A-01 Dec07.*

INSPECTION METHOD OF CONTROL AIRCRAFT ELECTRICAL SYSTEM TECHNIQUE NATIONAL INSTRUMENTS AND COMPUTER PROGRAM LABVIEW

© 2009 V.N. Pisarenko

Samara State Aerospace University

In the article principles of organization control aircraft electrical system of technical complexes National Instruments and computation process in program LabVIEW.

Key words: aircraft, power circuit, electrical power generation system, model, and inspection.