

7. МИ 2174-91 «Аттестация алгоритмов и программ обработки данных при измерениях. Общие положения». М., 1992.

8. МИ 2891-2004 «Рекомендация. Общие требования к программному обеспечению средств измерений». М., 2005.

9. Солопченко, Г. Н. Принципы нормирования, определения и контроля характеристик погрешности вычислений в ИИС / Г. Н. Солопченко // Измерительная техника. – 1985. – №3. – С.9–10

10. Цветков, Э. И. Процессорные измерительные средства / Э. И. Цветков. – Л. : Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1989. – 221 с.

11. Цветков, Э. И. Применение методов имитационного моделирования для метрологического

анализа процессорных измерительных средств и их блоков / Э. И. Цветков, Г. Н. Хуснутдинов, В. С. Соболев, М. И. Павлович, М. М. Лубочкин // Измерения, контроль, автоматизация: Науч.-техн. сб. обзоров. – М. : ЦНИИТЭИ-приборостроения. – 1987. – Вып. 1(61). – С. 12–24.

• • • • •

Грачева Наталья Олеговна, ассистент кафедры «Измерительно-вычислительные комплексы» УлГТУ. Имеет публикации по разработке систем автоматической поверки измерительных приборов.

УДК 681.31

В. В. ШИШКИН, С. В. ЧЕРКАШИН, Н. А. ДОЛБНЯ

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СОЗДАНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОЙ ИНДИКАЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Рассмотрена система автоматизированного проектирования диагностического обеспечения систем электронной индикации летательных аппаратов, используемая в станциях контроля авиационного оборудования и наземных автоматизированных станциях контроля.

Ключевые слова: летательные аппараты, бортовое радиоэлектронное оборудование, наземные станции контроля.

Системы электронной индикации (СЭИ) относятся к такой наукоёмкой продукции, как бортовое радиоэлектронное оборудование летательных аппаратов. Для них одними из наиболее важных характеристик качества являются характеристики надёжности. Обеспечение требуемых значений характеристик надёжности производится на всех этапах жизненного цикла изделия, начиная с проектирования и заканчивая эксплуатацией. Важную роль в этом процессе играет диагностическое обеспечение. В последнее время значительно возрастает как количество, так и сложность СЭИ, что определяется расширением номенклатуры и увеличением сложности возлагаемых на них задач. Таким образом, увеличение многообразия СЭИ, их усложнение и достаточно быстрая сменяемость, с одной стороны, и повышенные требования к надёжности СЭИ, с другой

стороны, приводят к необходимости разработки универсальной и легко настраиваемой системы создания диагностического обеспечения данного оборудования.

В качестве такой универсальной системы с 1999 года в Ульяновском конструкторском бюро приборостроения разрабатывается диагностический программный комплекс (ДПК) под названием «ФРЕГАТ». Его универсальность заключается в лёгкости настройки и реконфигурирования системы диагностирования СЭИ без модификации самого комплекса. Комплекс постоянно совершенствуется и расширяется под новые типы бортовых линий связи. ДПК «ФРЕГАТ» используется как специальное программное обеспечение (СПО) станций контроля авиационного оборудования (СКАО) и наземных автоматизированных станций контроля (НАСК). Структурная схема СКАО представлена на рис. 1. Системы и станции контроля используются в производственных, эксплуатирующих и ремонтных

© В. В. Шишкин, С. В. Черкашин,
Н. А. Долбня, 2006

организациях. В состав СКАО и НАСК входят один и более промышленных персональных компьютеров, установленных в специализированную стойку и снабжённых платами ввода – вывода, имитирующими бортовые линии связи летательного аппарата. Для осуществления диагностирования оборудование демонтируется с летательного аппарата и подключается к станции контроля.

Автоматизированная система создания диагностического обеспечения используется как для тестового, так и для функционального диагностирования авиационного оборудования. При функциональном диагностировании ДПК «ФРЕГАТ» выступает в роли датчиков и сторонних систем, имитируя бортовые линии связи. В данном случае осуществляется проверка не только самого оборудования системы электронной индикации, но и специального встроенного программного обеспечения данных блоков. Подобные проверки производятся при отладке систем в целом на стендах, при приёмодаточных испытаниях. В этом случае ДПК «ФРЕГАТ» используется не в составе СКАО или НАСК, а на рабочем месте по отладке системы, что расширяет круг использования комплекса. Ввиду большого разнообразия проектируемых СЭИ применение диагностического комплекса позволило формировать стенды проверки в короткое время и с минимальными затратами на проектирование.

При диагностировании при регламентных работах и ремонте производится тестовое диагностирование блоков систем электронной индикации с помощью СКАО или НАСК. При этом на блоки подаются заранее спроектированные тестовые воздействия, и функционирует встроенное диагностическое обеспечение блоков. Без встроенного диагностического обеспечения подобные проверки были бы невозможны.

Основными функциями ДПК «ФРЕГАТ» являются:

- контроль работоспособности и определение технического состояния блоков и систем электронной индикации при различных видах диагностирования после изготовления, при эксплуатации и регламентных работах;
- имитация входных и выходных линий связи объекта диагностирования посредством оборудования станции контроля (разовые команды первого и второго типов, RS-232, ARINC-429, ARINC-708 (A), ARINC-717, ЦАП, АЦП и пр.);
- проверка работоспособности оборудования станции контроля;

- отображение, документирование и сохранение результатов диагностирования.

Структурно ДПК «ФРЕГАТ» (рис. 1) состоит из:

- текстового редактора для формирования тестовых заданий;
- интерпретатора тестовых заданий;
- СУБД с набором баз данных;
- менеджера устройств с библиотекой драйверов и модулем настройки устройств СКАО.

Диагностический программный комплекс «ФРЕГАТ» разработан как инструмент формирования и исполнения тестовых заданий, а также анализа их результатов. Набор и последовательность выполняемых действий определяется оператором, формирующим тестовое задание. Тестовые задания позволяют произвольным образом менять характер и значения выдаваемых сигналов в соответствии с текущими требованиями. Тестовое задание представляет собой последовательность операторов и специальных разделительных и пробельных символов формируемых в окне графического интерфейса (рис. 2).

Универсальность ДПК «ФРЕГАТ» обеспечивается гибким и выразительно мощным языком формирования тестовых заданий ТМАКЕ. Что в свою очередь обеспечивается использованием в языке тестовых заданий числовых выражений, использующих математические функции, а также использованием именованных областей памяти, таких как числовые переменные величины и одномерные и двумерные массивы численных величин. Язык также поддерживает мощную модульную и подпрограммную организацию, позволяющую использовать заранее подготовленные и проверенные фрагменты тестовых заданий многократно. Использование числовых выражений любой сложности в заранее подготовленных фрагментах тестов позволяет выдавать в линии связи сигналы практически любых временных и амплитудно-частотных характеристик, поддерживаемых используемыми в диагностическом комплексе интерфейсными платами. То есть возможности программного комплекса в области диагностирования ограничиваются только используемым оборудованием.

Интерпретатор тестовых заданий имеет встроенный препроцессор, осуществляющий предварительную оптимизацию и анализ корректности текста тестового задания. Благодаря использованию препроцессора ошибки в тестовых заданиях обнаруживаются ещё до начала тестирования объекта контроля.

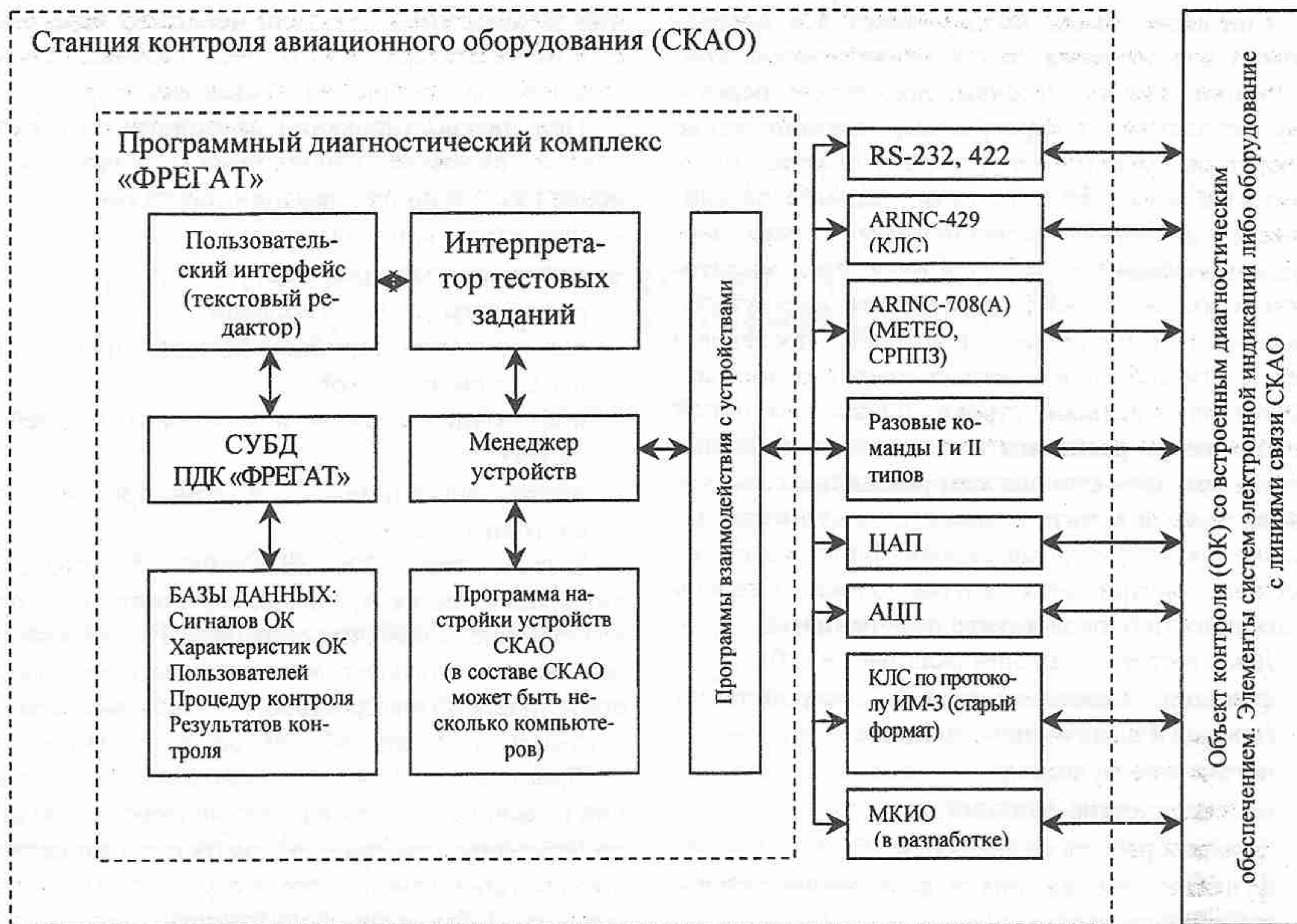


Рис. 1. Структурная схема станции контроля авиационного оборудования

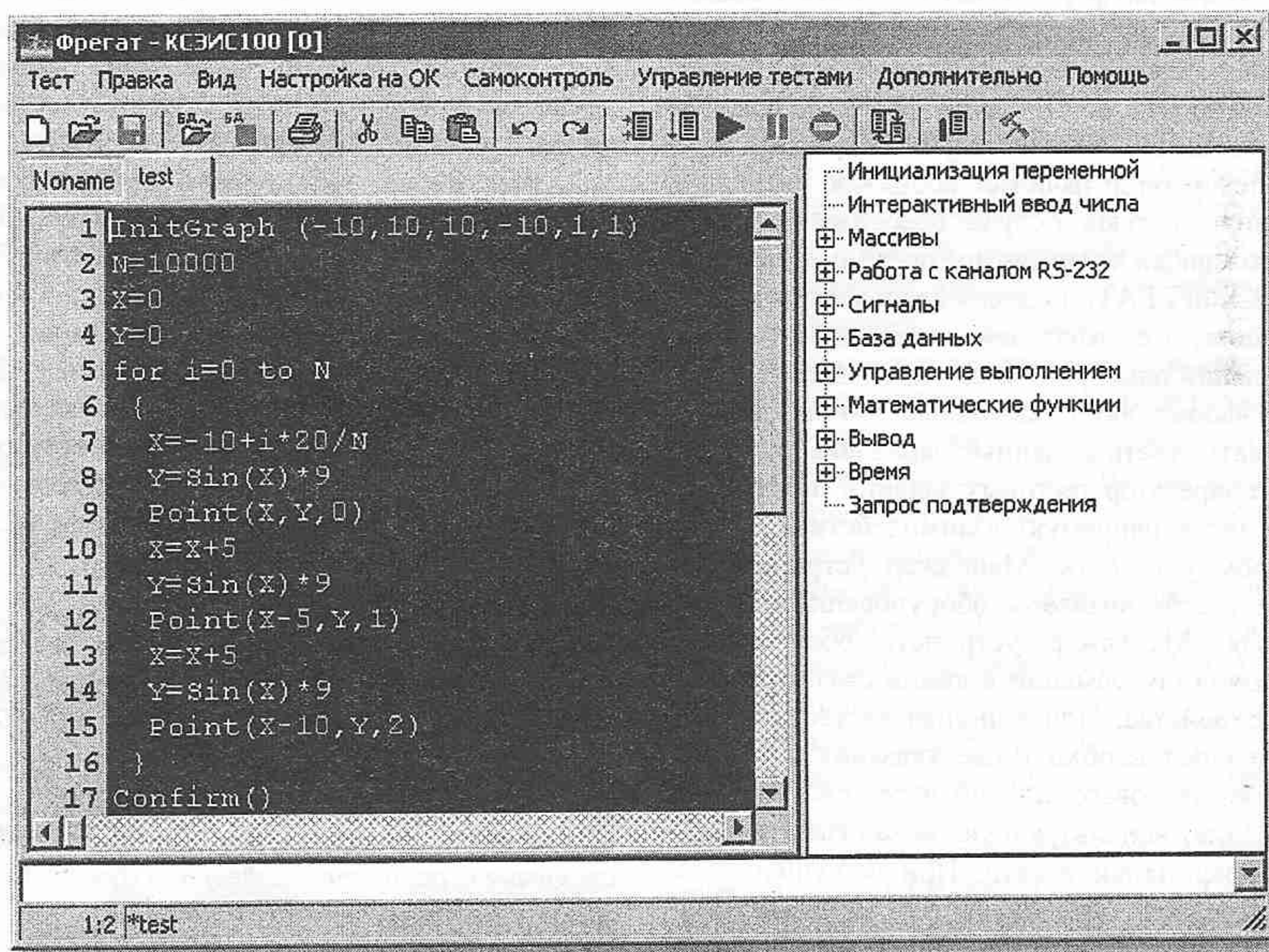


Рис. 2. Главное окно автоматизированной системы создания диагностического обеспечения

Синтаксис языка поддерживает все необходимые для создания тестов семантические конструкции: циклы, массивы, логические переходы, ветвления, подпрограммы, мнемонические операторы, упрощающие выдачу определенных сигналов и т.п. Язык тестовых заданий по синтаксису аналогичен современным языкам программирования C++ и Visual Basic. Под оператором в языке ТМАКЕ понимается инструкция, задающая выполнение некоторой последовательности действий. Каждый оператор располагается на отдельной строке, однако, на одной строке могут располагаться и несколько операторов, при этом они должны разделяться двоеточием. Блоком в тесте называется часть теста, заключенная в фигурные скобки. Блок может содержать внутри себя другие блоки. Степень вложенности блоков в тесте не ограничена.

Язык тестовых заданий включает в себя:

- функции взаимодействия с устройствами (приема и выдачи информации);
- логические функции;
- математические функции;
- функции работы со временем;
- функции отображения и сохранения результатов диагностирования;
- функции работы с файлами и многое другое.

По окончании формирования тестового задания оператор станции контроля запускает тест на исполнение. Перед непосредственным исполнением ДПК «ФРЕГАТ» осуществляет проверку правильности синтаксиса теста и в случае отсутствия ошибок интерпретатор начинает построчно выполнять функции, в противном случае оператору сообщается место ошибки и выполнение прекращается.

ДПК «ФРЕГАТ» поддерживает режим многозадачности, т.е. выполнения нескольких тестовых заданий одновременно, что позволяет выдавать информацию в выходные линии связи и принимать ответные данные параллельно.

Интерпретатор тестовых заданий при выполнении теста напрямую взаимодействует с менеджером устройств. Менеджер устройств содержит в себе драйверы оборудования станции контроля. Менеджер устройств обеспечивает ввод-вывод информации в линии связи конкретного устройства. При исполнении теста менеджер получает необходимые указания от интерпретатора тестовых заданий через систему синхронизации, использующую механизмы локальной вычислительной сети. При исполнении задачи менеджер определяет тип заданного устройства ввода - вывода, производит его поиск на шине стендового компьютера и выполняет указанные интерпретатором действия. По оконча-

нии выполненных действий менеджер пересылает интерпретатору необходимые данные, результаты работы, сообщения об ошибках и пр.

При диагностировании авиационного оборудования возникает необходимость сбора и хранения различной информации, такой как:

- процедуры контроля;
- время диагностирования;
- результаты диагностирования;
- наименования, серийные номера и параметры исследуемых блоков;
- информация о замене или ремонте модулей в блоках;
- протоколирование результатов при приемосдаточных испытаниях.

В связи с этим СУБД ДПК «ФРЕГАТ» производит упорядоченное хранение, сортировку и протоколирование необходимых данных. Использование баз данных позволяет аккумулировать не только статистическую информацию, но и тестовые задания и параметры сигналов объекта диагностирования.

Применение технологии языка тестовых заданий позволило создать единую универсальную диагностическую систему для диагностирования различных типов самолетного и вертолетного оборудования. Добавление оборудования с новыми типами линий связи позволяет проектировать наземные автоматизированные станции контроля с минимальными отличиями в программном обеспечении. Наличие удобного, интуитивно понятного дружественного интерфейса позволяет создавать гибкие и наглядные диагностические задачи.

Осуществление эффективного диагностирования блоков и систем электронной индикации было бы невозможно без встроенного диагностического обеспечения в самих блоках и специализированных процессорах отображения графической информации. Своевременно спроектированное диагностическое обеспечение и заложенное на этапе проектирования свойство тестопригодности оборудования позволяют в последствии эффективно осуществлять диагностирование на последующих этапах жизненного цикла изделия.

• • • • •

Шишкин Вадим Викторович, кандидат технических наук, профессор кафедры «Измерительно-вычислительные комплексы» УлГТУ.

Черкашин Сергей Витальевич, начальник тематико-конструкторской бригады ОАО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения», аспирант кафедры «Измерительно-вычислительные комплексы» УлГТУ.

Долбня Николай Алексеевич, ведущий инженер ОАО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения».