

Аттестация программного обеспечения специальных СИ на воздушном транспорте

В настоящее время происходит массовое перевооружение технологических процессов производственной деятельности предприятий воздушного транспорта (ВТ) современными средствами измерений (СИ) и информационно-измерительными системами (ИИС), функционирование которых невозможно без применения встроенного или автономного программного обеспечения (ПО). Многие предполагают, что ПО не может вносить какие-либо искажения в результаты измерений. Однако опыт показывает обратное.

Разработчиками ПО не всегда учитывается необходимость исключения случаев преднамеренного или непреднамеренного изменения заложенных алгоритмов, что может привести к снижению достоверности результатов измерений, негативно сказаться на качестве авиационно-транспортных услуг и обеспечении поддержания заданного уровня безопасности полётов.

С целью выполнения на ВТ положений Федерального закона от 18.06.2008 г. № 102-ФЗ [1], а также нормативных документов

Государственной системы обеспечения единства измерений – ГОСТ Р 8.654-2009 [2], ГОСТ Р 8.596-2002 [3], МИ 2174-91 [4], МИ 2175-91 [5] и МИ 2955-2005 [6] на базе метрологической службы ФГУП ГосНИИ ГА приказом от 06.05.2008 г. № 44 создана испытательная лаборатория ПО СИ и ИИС (далее – Лаборатория), руководство которой возложено на главного метролога ГосНИИ ГА. Полномочия Лаборатории на настоящее время подтверждены Аттестатом от 05.06.2012 г. № 0047-033, выданным в Системе добровольной сертификации программного обеспечения и аппаратно-программных комплексов (СДС ПО и АПК).

Область полномочий Лаборатории включает в себя испытания ПО (автономного и встроенного), алгоритмов ПО СИ, измерительных и информационно-измерительных систем, применяемых на ВТ и в авиационной промышленности. Кроме того, сюда входит и ПО:

– специальных СИ, средств неразрушающего контроля и диагностики, наземных измеритель-

А.А. Богоявленский,
кандидат технических наук

А.Е. Боков
ФГУП ГосНИИ ГА, Москва

Ключевые слова: аттестация; воздушный транспорт; программное обеспечение; сертификация; специальные средства измерений; тестирование

ных комплексов, испытательного и технологического оборудования;

- автоматизированных систем контроля технологических процессов производства, испытаний, эксплуатации и ремонта АТ, функционирующих с применением СИ и ИИС или элементов измерительных систем;

- для работ по метрологическому обслуживанию СИ и ИИС (метрологическая аттестация, калибровка, поверка) и межлабораторным сличительным испытаниям;

- для сбора, обработки, хранения, передачи, защиты, обеспечения доступа и использования измерительной информации;

- авиационных тренажёров и других имитационных систем;

- для математического или иного моделирования.

Помимо этого ГосНИИ ГА разработана и внедрена в практику Система добровольной сертификации объектов гражданской авиации (СДС ОГА). Правила функционирования Системы соответствуют ст. 21 Федерального закона “О техническом регулировании” [7], зарегистрированы Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии и включают в перечень документов СДС ОГА Положение о порядке проведения сертификации ПО СИ и ИИС, применяемых на ВТ. В состав органа по сертификации в качестве заместителя руководителя в области ПО СИ и ИИС введён главный метролог ГосНИИ ГА.

Основные требования к ПО СИ и ИИС

Лаборатория проводит испытания (аттестацию, тестирование и сертификацию) ПО СИ и ИИС путём оценки его соответствия требованиям, установленным в ГОСТ Р 8.654-2009 [2] и в других норматив-

ных документах, действующих в СДС ОГА и СДС ПО и АПК.

Основными целями деятельности Лаборатории [8] являются подтверждение соответствия ПО СИ и ИИС, применяемого на ВТ, стандартам и документам систем сертификации, а также требованиям Воздушного законодательства РФ и нормативным актам Федерального органа исполнительной власти в области гражданской авиации. Для достижения поставленных целей Лаборатория:

- исследует влияние ПО на метрологические характеристики СИ в рамках решения конкретной измерительной задачи или применения методики измерений, т.е. оценивает погрешности обработки измерительной информации, вносимые ПО СИ в общую погрешность результатов измерений;

- оценивает защищённость ПО СИ от несанкционированного доступа к результатам измерений и влияющим на них данным;

- идентифицирует и фиксирует идентификационные признаки ПО СИ.

После аттестации ПО СИ должно отвечать следующим требованиям:

- его использование не приводит к искажениям измерительной информации, т.е. ПО не оказывает влияния на метрологические характеристики СИ или это воздействие минимально или может быть оценено для дальнейшего исключения его влияния;

- обеспечена защита от преднамеренных и случайных изменений программного кода, измерительной информации, параметров, определяющих тип СИ, и конструктивных параметров, внесённых в ПО;

- в составе ПО имеются идентификационные признаки (данные);

- характеристики ПО соответствуют установленным (документированным) при утверждении типа СИ (для ПО, используемого в отдельных экземплярах СИ данного типа);

- имеется разделение и структурирование на метрологически значимые и незначимые части.

В процессе аттестации определяется наличие и значения следующих источников погрешностей:

- погрешностей результатов измерений, являющихся входными данными;

- округления числовых значений на промежуточных этапах вычислений;

- обрывов бесконечных рядов, являющихся представлениями большинства используемых при вычислении библиотечных функций;

- некорректного выбора алгоритмов вычислений, т.е. использования так называемых неустойчивых (необусловленных) алгоритмов;

- некорректной реализации выбранных алгоритмов вычислений;

- погрешностей, связанных с корректностью (адекватностью) выбора модели, применяемой при реализации измерительной задачи.

Структурно ПО, аттестуемое Лабораторией, должно быть разделено на метрологически значимую и незначимую части (последней в дальнейшем можно пренебречь); обмен данными между метрологически значимой и незначимой частями проводится через защищённый интерфейс. Следует предусмотреть необходимые меры, предотвращающие возможность влияния другого ПО, что может привести к серьёзным или недопустимым изменениям метрологически значимой части; метрологически значимые части ПО должны исключать возможность осуществления через них изменений, искажающих конечный результат.



АТТЕСТАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СИ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ



В Лаборатории для определения погрешности, вносимой ПО СИ, применяются следующие методы, разработанные Гос НИИ ГА:

– сравнительные испытания с применением эталонного ПО;

– при отсутствии эталонного ПО сравнительные испытания проводятся с использованием моделей исходных данных либо с применением метода генерации эталонных данных;

– испытания на основе анализа данных, полученных при применении ПО, и данных, полученных другими методами.

Методы оценки влияния ПО на метрологические характеристики выбираются с учётом возможных условий применения СИ и ИИС в каждом конкретном случае.

Работы, выполненные Лабораторией

В 2008–2012 гг. Лабораторией проведены работы по аттестации, тестированию, оценке соответствия (сертификации) разнообразного ПО, применяемого при техническом обслуживании и ремонте воздушных судов, в технологических процессах аэропортовой деятельности, в ведомственных метрологических лабораториях.

ПО МОРЕНА (Метрологическое обслуживание рентгеновских анализаторов) используется для расчёта метрологических характеристик и построения градуировочных зависимостей бездифракционных рентгеноспектральных анализаторов БАРС-3 при их применении для измерения концентрации продуктов изнашивания в маслах при диагностировании авиационных ГТД (разработчик – ООО «МЕТА» по техническому заданию ГосНИИ ГА). ТЗ помимо технических требований и математического алгоритма

обработки результатов измерений включало в себя также блок-схему алгоритма функционирования ПО (рис. 1).

Для проведения работ по сертификации ПО МОРЕНА специалисты Лаборатории разработали методику, предусматривающую проведение работ с использованием эталонного ПО, в которой учли также требования ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 [9], ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000 [10] и ГОСТ 28195-89 [11].

В процессе тестирования было установлено, что разработчиком не обеспечена возможность обработки результатов калибровки БАРС-3 во всём рабочем диапазоне измеряемых концентраций. Апробация Руководства пользователя ПО МОРЕНА показала, что названный документ не в полном объёме содержал описание порядка работы со всеми сервисными функциями, заложенными в ПО МОРЕНА, что затрудняло работу с ПО.

После предъявления для доработки выявленные несоответствия были устранены разработчиком до проведения последующих этапов сертификационных испытаний.

Результаты сертификационных испытаний показали, что структура ПО МОРЕНА и документация, его сопровождающая, соответствует требованиям к документации ПО СИ по ГОСТ Р 8.654-2009 [2]. Все метрологически контролируемые функции и параметры ПО охвачены защищённым интерфейсом.

Файлы и библиотеки ПО хранятся в бинарном виде, что делает невозможным их несанкционированное изменение без посторонних программных (технических) средств.

ПО МОРЕНА позволяет на экране компьютера при открытой странице «МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ» (рис. 2) наблю-

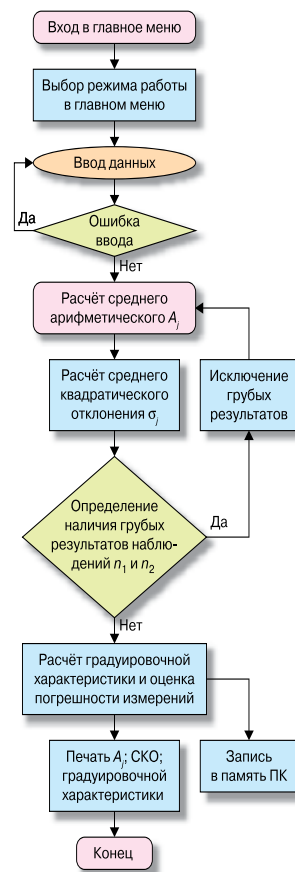


Рис. 1
Блок-схема алгоритма функционирования ПО МОРЕНА

дать градуировочные характеристики анализатора БАРС-3 в графической и параметрической формах.

Полученная по результатам испытаний действительная погрешность вычислительных алгоритмов ПО МОРЕНА, обусловленная рядом объективных и субъективных причин, не превышает $\pm 0,01\%$, что не выходит за установленные техническим заданием пределы и не вносит значимой дополнительной ошибки в погрешность измерений БАРС-3,

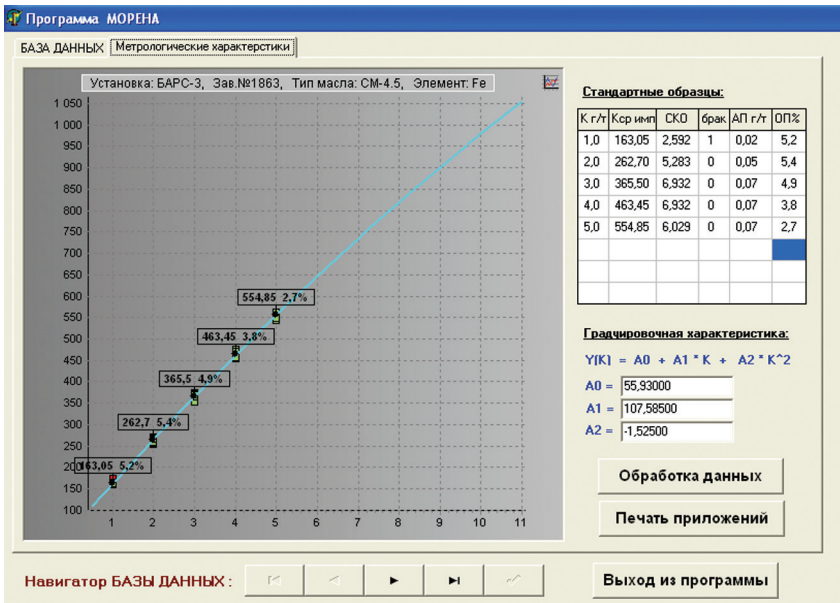


Рис. 2
Страница “Метрологические характеристики” ПО МОРЕНА с градуировочной характеристикой BARC-3 в графической и параметрической формах

допускаемое значение которой составляет $\pm 15\%$ (для доверительной вероятности 0,95). Данное обстоятельство позволяет сделать вывод об отсутствии влияния ПО МОРЕНА на результаты расчёта метрологических характеристик BARC-3.

ПО АРИС (Автоматизированный регламент испытаний), версия 2, работающее совместно с программно-техническим комплексом “Старт-7/11”, предназначено для получения в автоматизированном режиме параметров, приведённых к стандартным атмосферным условиям; аппроксимации дроссельных характеристик и формирования таблиц параметров, а также документирования результатов испытаний двигателей Д-30 КП/КП-2 на одном из российских авиационных ремонтных заводов.

Входными данными для ПО АРИС являются значения параметров испытываемого двигателя,

измеренные и обработанные комплексом “Старт-7/11”.

На сертификационные испытания была представлена соответствующая документация как на ПО АРИС (версия 2), так и на комплекс “Старт-7/11”. Низкая жёсткость испытаний (тестирования) устанавливалась исходя из того, что допускаемые значения суммарной погрешности измерительных каналов испытательных стендов двигателей, регламентированные в отраслевой нормативной документации (табл. 1), не предполагают высоких требований к погрешности ПО АРИС.

При сертификационных испытаниях ПО АРИС выбирались тестовые задания, обеспечивающие проверку всех режимов функционирования испытуемого ПО и соответствие его требованиям нормативной документации. Тестовые задания включали в себя передачу комплексом “Старт-7/11” в ПО АРИС значе-

ний параметров двигателей, полученных на стенде мотороиспытательной станции, и расчёт приведённых характеристик.

Испытание функций ПО АРИС проведено с использованием аппаратных и программных средств путём сравнения с результатами, полученными при аналитическом поэтапном расчёте, согласно алгоритму отраслевой инструкции, заложенному в ПО.

Проверка соответствия утверждённому типу ПО (на основе анализа документации) осуществлена путём сравнения алгоритма, заложенного в ПО АРИС, с эталонным алгоритмом, представленным в технологической документации на ремонт двигателей.

Степень защищённости ПО АРИС от сбоев в электропитании проверялась путём выключения питания персонального компьютера. При этом введённые данные и результаты работы ПО АРИС не были утеряны.

Одним из этапов проведения сертификационных испытаний ПО АРИС явилась проверка технической документации на соответствие требованиям, изложенным в ГОСТ Р 8.654-2009 [2], МИ 2955-2005 [6], ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000 [7] и ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 [9].

В результате проведённых испытаний установлено, что ПО АРИС (версия 2) обладает следующими характеристиками:

- сопроводительная документация соответствует требованиям к документации ПО СИ;
- структура удовлетворяет требованиям ГОСТ Р 8.654-2009 [2]. Все метрологические контролируемые функции и параметры ПО охвачены защищённым интерфейсом;
- фактические погрешности вычислительных алгоритмов испытан-

АТТЕСТАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СИ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ



Таблица 1. Допускаемые погрешности измерений параметров и погрешности ПО АРИС

Параметр	Погрешности ПО АРИС, %		Допускаемые погрешности измерений параметров, %
	полученные	допускаемые	
1	2	3	4
Обороты ротора 1-го каскада компрессора	$\pm 0,0204$	$\pm 0,05$	$\pm 0,15$
Обороты ротора 2-го каскада компрессора	$\pm 0,0094$	$\pm 0,05$	$\pm 0,15$
Тяга	0	$\pm 0,15$	$\pm 0,50$
Расход топлива	0	$\pm 0,15$	$\pm 0,50$
Температура газов за турбиной	0	$\pm 0,30$	$\pm 1,00$
Давление воздуха за 2-м каскадом компрессора	0	$\pm 0,15$	$\pm 0,50$

Примечание. Относительные допускаемые значения погрешности ПО АРИС, приведённые в столбце 3, нормированы исходя из необходимости исключения их влияния на погрешности измерений параметров испытываемых двигателей. Названное условие обеспечивается, если допускаемые погрешности ПО АРИС по величине будут в 3 раза меньше норм точности (погрешностей) измерений, заданных в отраслевой нормативной документации и указанных в столбце 4.

ного ПО не превышают $\pm 0,05\%$ (см. табл. 1), что не вносит значимой дополнительной погрешности в суммарную погрешность измерений при испытании двигателей после их капитального ремонта (допускаемые значения $\pm 0,05...0,3\%$);

– реализованы средства защиты и восстановления от сбоев, журнал событий;

– файлы и библиотеки ПО хранятся в бинарном виде, что делает невозможным их несанкционированное изменение без применения сторонних программных технических средств.

ПО ПОЗП (Программа отображения и записи параметров) используется в соответствии с блок-схемой (рис. 3) для управления устройством преобразования цифровым УПЦ 429-USB (разработчик и изготовитель – ОАО НПО “Прибор”), служащим для расшифровки полётной информации, получаемой от блоков сбора полётной информации (БСПИ) – так называемых чёрных ящиков.

УПЦ 429-USB функционирует на базе мобильного персонального

компьютера и предназначено для контроля цифровой информации, принимаемой или выдаваемой БСПИ как в наземных условиях (в лаборатории), так и на борту воздушного судна (ВС). Устройство позволяет в реальном масштабе времени: 1) просматривать принимаемую/регистрируемую параметрическую информацию, которая может быть представлена в виде двухчастотного (гарвардского) кода (ДЧК), безадресного позиционного двоичного кода (ДПК) или двоичного кода (АДПК) по ГОСТ 18977-79 [12], РТМ

1495-75/ARINC-429 [13]; 2) автоматизировать процесс градуировки датчиков БСПИ; 3) представлять просматриваемую параметрическую информацию в виде таблиц и графиков на мониторе персонального компьютера (рис. 4) как в кодовом виде, так и в виде физических значений; 4) тестировать каналы приёма/передачи двоичного кода.

Входными данными для ПО ПОЗП являются значения параметров сигналов, полученные от БСПИ, обработанные устройством УПЦ 429-USB и переданные на ПК.

ПО ПОЗП выполняет следующие функции: 1) автоматический ввод в ПК, подключённый к устройству УПЦ 429-USB через стандартный разъём USB, параметров, полученных от БСПИ, установленного на борту ВС; 2) автоматическую обработку регистрируемых параметров, получение таблиц выбранных параметров и построение графиков; 3) получение параметров ВС в соответствии с технологией его эксплуатации и испытаний, распечатку графиков и градуировочных таблиц.

При проведении сертификации ПО ПОЗП была выбрана низкая жёсткость испытаний, поскольку допускаемые значения погрешности регистрации (табл. 2) согласно отраслевой нормативной документации

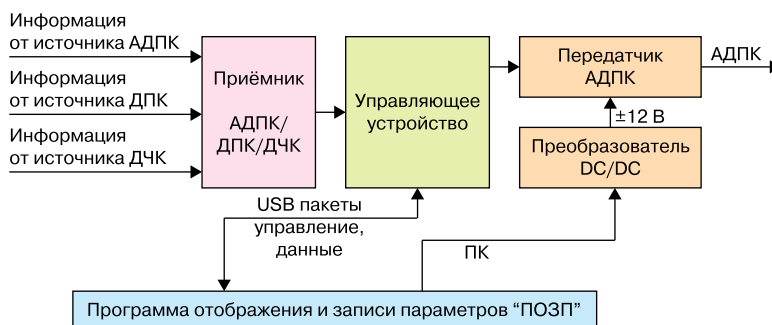


Рис. 3 Блок-схема и функциональная схема УПЦ 429-USB, работающего совместно с ПО ПОЗП

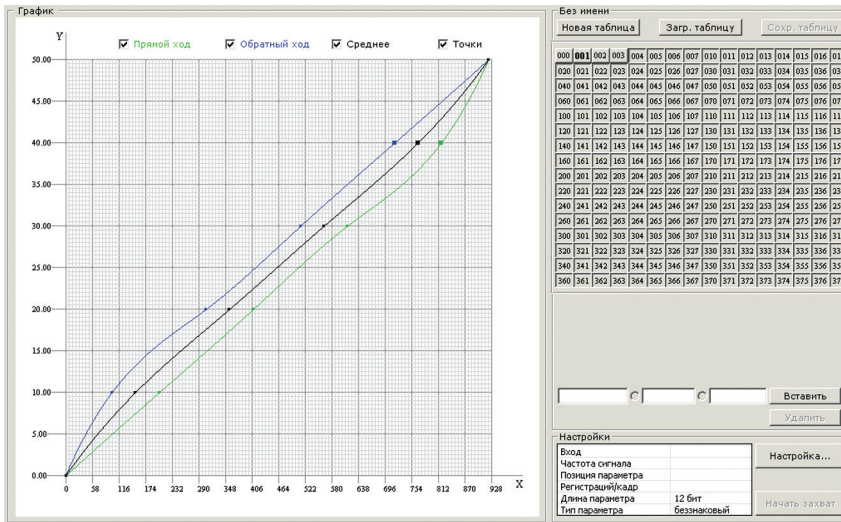


Рис. 4
Градуировочный график, построенный ПО ПОЗП (ось X – значения кода параметра, ось Y – физические значения параметра)

не предполагают высоких требований к погрешности ПО ПОЗП.

Аттестация ПО ПОЗП проводилась 2 методами: а) сличением с результатами расчёта эталонным методом; б) поэтапным последовательным математическим ручным расчётом числовых значений параметров измерительных каналов БСПИ, аппроксимацией градуировочных характеристик и формированием таблиц параметров с последующим сравнением с результатами, полученными с помощью ПО ПОЗП.

Анализ полученных Лабораторией значений погрешности ПО ПОЗП (см. табл. 2) показывает, что допустимая погрешность регистрации УПЦ 429-USB превышает их как минимум в 3 раза, что исключает возникновение дополнительных ошибок при работе устройства.

ПО блока измерений коэффициента сцепления БРИЗ-КС, который применяется в составе аэродомных тормозных тележек АТТ-2 М, предназначенных для оценки условий торможения ВС

на искусственных покрытиях взлётно-посадочных полос (ВПП).

ПО блока БРИЗ-КС обеспечивает:
1) измерение усилий, необходимых для вычисления коэффициента сцепления $K_{сц}$; 2) представление результа-

тов измерений на экране дисплея; 3) распечатывание на встроенном принтере результатов измерения; 4) сохранение в памяти до 200 результатов последних измерений и их пересылку в ПК через порт USB.

Кроме того, в ПО блока БРИЗ-КС включена функция, связанная с проведением его метрологического обслуживания, – опция “Калибровка”.

Помимо этого, ПО блока БРИЗ-КС позволяет обеспечить документальную регистрацию $K_{сц}$ на бумажном и электронном носителях; вычисление средних значений $K_{сц}$ по трем ВПП и по всей ВПП; определение скорости движения, при которой проводились измерения $K_{сц}$, и пройденного при этом расстояния. Документирование результатов измерений значений $K_{сц}$ на бумажном и электронном носителях позволяет исключить возможность намеренного или непреднамеренного их искажения (человеческий фактор) и соответствует требованиям, установленным ИКАО (Меж-

Таблица 2. Допускаемые погрешности регистрации параметров и полученные значения погрешности ПО ПОЗП

Параметры	Полученные значения погрешности ПО ПОЗП, %	Допускаемые погрешности регистрации, %
1	2	3
Барометрическая и геометрическая высоты, приборная скорость, перегрузка по вертикали и в продольном направлении	$\pm(0,12...0,27)$	$\pm 1,5$
Продольное и поперечное отклонение ручки управления циклического шага винта	$\pm(0,06...0,27)$	$\pm 2,0$
Продольное отклонение автомата перекоса	$\pm 0,3$	$\pm 2,0$
Температура газов двигателя	$\pm 0,1$	$\pm 2,0$
Аварийное напряжение постоянного тока	$\pm 0,3$	$\pm 1,5$
Положение педалей и выход штока хвостового редуктора	$\pm 0,03$	$\pm 2,0$
Общий шаг и положение ручки общего шага несущего винта	$\pm(0,06...0,27)$	$\pm 2,0$
Частота вращения турбокомпрессора левого двигателя и несущего винта	$\pm(0,12...0,16)$	$\pm 0,5$

АТТЕСТАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СИ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ



дународной организацией гражданской авиации) и отечественными нормативными документами в данной области.

По результатам тестирования ПО, проведённого ГосНИИ ГА в процессе ведомственных испытаний блока БРИЗ-КС как типа специального средства измерений, влияния программного обеспечения на результаты измерений не выявлено.

ПО автоматизированной системы НАСКД-200-8/17, предназначенной для контроля демонтированного бортового оборудования ВС (входного контроля; контроля работоспособности бортового оборудования, находящегося на хранении и перед его установкой на борт ВС; контроля технического состояния при регламентном обслуживании, а также при проведении регулировочных и ремонтных работ).

Наземная автоматизированная система контроля и диагностики НАСКД-200-8/17 (рис. 5) (разработчик и изготовитель – ЗАО “БЕТА ИР”) прошла государственные испытания и имеет сертификат об утверждении типа СИ, а также Регистрационное удостоверение о внесении в Перечень специальных СИ, применяемых в гражданской авиации РФ.

Учитывая целесообразность внедрения системы НАСКД-200-8/17 для контроля бортового оборудования вертолётов, на ВТ были проведены её эксплуатационные испытания.

Тестирование встроенного в систему ПО проводилось путём сравнения результатов измерений параметров бортового оборудования, произведённых НАСКД-200-8/17, и контрольно-проверочной аппаратурой (специальными средствами измерений), назначенной в отраслевых нормативных документах.

Установлено, что ПО системы НАСКД-200-8/17 на результаты измерений параметров бортового оборудования вертолётов Ми-8 и их модификаций (по Программе № 01-11 НАСКД-200-8/17) влияния не оказывает.

ПО испытательного стенда С-2363, применяемого для проведения испытаний гидродемпфера втулки несущего винта (ВНВ) вертолётов Ми-8 и их модификаций.

На одном из российских авиационных ремонтных заводов проведена модернизация испытательного стенда С-2363, основанная на применении микроэлектронных датчиков давления для измерения усилий на штоке гидродемпфера ВНВ и внедрении компьютерных технологий.

Использование микроэлектронных датчиков давления для измерения усилий на штоке гидродемпфера базируется на простейшем соотношении $R = P \times F$, где P – давление гидравлической жидкости в полости гидродемпфера, кгс/см²; F – активная площадь поршня гидродемпфера, см².

Принцип работы модернизированного стенда С-2363 заключается в следующем. При вращении эксцентрика стенда в полостях испытываемого гидродемпфера создаётся давление гидравлической жидкости. Величина давления регистрируется 2 микроэлектронными датчиками избыточного давления типа МИДА-ДИ-13 П-В, обрабатывается и заносится при помощи ПО в память компьютера. После распечатки осциллограммы (рис. 6) проводится её анализ, т.е. оценка усилий на штоке гидродемпфера и их соответствия требованиям руководства по ремонту и технологии.

При реализации этой задачи используется ПО “USB DISco”, адап-



Рис. 5
НАСКД-200-8/17

тированное к работе с датчиками МИДА-ДИ-13 П-В. ПО обеспечивает вывод на экран монитора осциллограммы давления жидкости (см. рис. 6) с её основными параметрами в нижней части экрана монитора (максимальные значения, период и др.). Очевидно, что полученные результаты измерений в полной мере характеризуют работу демпфера в заданном режиме.

Проведённое Лабораторией тестирование показало, что влияние ПО на результаты задания (поддержания) режимов испытаний отсутствует и ПО может быть применено на стенде С-2363 при испытаниях и обкатке гидродемпфера ВНВ вертолётов Ми-8 и их модификаций.

ПО испытательного стенда Т6365-0536, предназначенного для испытаний и обкатки хвостовой трансмиссии вертолёта Ми-8 и его модификаций, прошло тестирование в рамках проведения Гос-

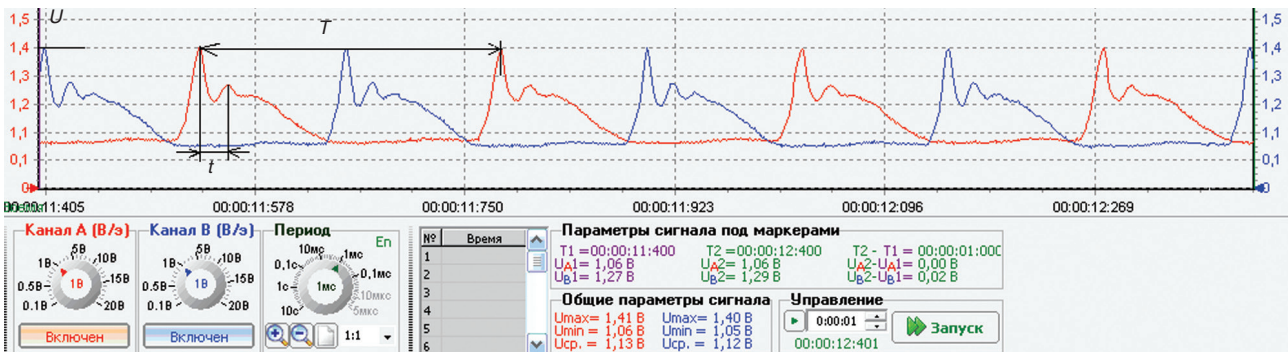


Рис. 6. Осциллограмма испытаний гидродемпфера ВНВ на стенде С-2363 расшифровкой: T – период; скорость вращения эксцентрика $n = 60/T$; люфт стенда в процентах определяется как соотношение t/T

НИИ ГА работ по аттестации в 2010 г. названного стенда.

Лаборатория тестировала ПО из комплекта поставки датчика М40-2 К и блока Т-40, предназначенных для измерений крутящего момента на ведомом валу хвостового редуктора и измерений частоты вращения ведомого вала хвостового редуктора при испытаниях на стенде Т6365-0536. ПО разработано ООО “Тилком” (Беларусь), по классификации ГОСТ Р 8.654-2009 [2] относится к категории встроенного и работает только в комплекте с измерительным блоком Т-40 и датчиком М40-2 К.

Тестирование показало, что ПО не может быть применено на стенде Т6365-0536 по следующим причинам:

- различие в результатах измерений одного и того же значения крутящего момента, полученных по показаниям блока Т-40 и компьютера, сопряжённого с датчиком М40-2 К, превышает $\pm 3\%$, т.е. больше погрешности измерений самого датчика, что является неприемлемым с точки зрения соблюдения требований технологической документации;

- интервал времени (дискретность), через которое производится запись результатов измерений в элек-

тронную базу данных компьютера, сопряжённого с датчиком М40-2 К, жёстко задан разработчиком, является недостаточным и требует изменения в сторону увеличения дискретности, т.к. она не соответствует требованиям технологии испытаний.

В Протоколе первичной аттестации испытательного стенда Т6365-0536, выполненной ГосНИИ ГА, по результатам проведённого тестирования ПО дано предписание о запрете его использования и проведении измерений контролируемых величин только в ручном режиме (по указателю блока Т-40).

ПО QWAN+10. Лабораторией проведены работы по тестированию ПО QWAN+10 (разработчик – ОКБ “СПЕКТР”), используемого для построения градуировочных графиков и расчёта метрологических характеристик эмиссионного спектрометра МФС-5. При этом МФС-5 применяется для измерения концентрации продуктов изнашивания в работающих маслах при диагностировании авиационных газотурбинных двигателей.

Сравнение результатов измерений концентрации продуктов изнашивания, полученных с использованием эталонного и тестируемого ПО показало, что различие в ре-

зультатах в рабочем диапазоне (1...10 г/т по элементу Fe и 1...5 г/т по элементам Cu, Ag и Al) составило 1,8...5,2% по элементу Fe и 1,4...3,9% по элементам Cu, Ag и Al; при этом различие на малых концентрациях менее 1 г/т по этим же элементам составило 44,7...77,2%.

Полученные результаты наглядно подтвердили наличие преднамеренного или непреднамеренного изменения математического алгоритма, заложенного в действующей отраслевой методике. На основании этого было предписано ограничить использование ПО QWAN+10 при измерениях малых концентраций продуктов изнашивания и разрешено применять его только в рабочих диапазонах измерений спектрометра МФС-5.

ПО АМСИ (Автоматизированный менеджмент средств измерений). В 2012 г. Лаборатория приступила к созданию ПО АМСИ для применения на предприятиях ВТ при учёте средств измерений, которое предполагается использовать взамен устаревшего, разработанного более 20 лет назад. В разработке ПО АМСИ – в соответствии с требованиями Технического задания ГосНИИ ГА – принимают участие специалисты ООО “МЕТА” (г. Ростов-на-Дону).

АТТЕСТАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СИ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ



ПО АМСИ представляет собой компьютеризированную базу данных, служащую для получения оперативной информации о количестве, состоянии СИ (как общего назначения, так и специальных), сроках калибровки (поверки) и т. д.

В ПО АМСИ сформированы предварительные справочники по автономным (встроенным) типам СИ, которые требуется только дополнить, исходя из конкретной оснащённости предприятия. В справочники занесены типовые наименования СИ. В библиотеку ПО АМСИ предполагается также включить каталог действующих нормативных и распорядительных документов в области метрологического обеспечения как отраслевого уровня, так и относящихся к государственной системе обеспечения единства измерений.

До конца 2012 г. планируется завершить разработку ПО АМСИ, его апробацию и сертификацию согласно положениям ГОСТ Р 8.654-2009 [2].

В ближайших планах Лаборатории – работы по оценке соответствия и тестированию встроенного ПО стенда ресурсных испытаний элементов конструкции планера нового российского самолёта Ил-476, а также ПО целой серии испытательного оборудования узлов и агрегатов вертолётов Ми-8 на ОАО “Новосибирский авиаремонтный завод”. Работы будут проведены в рамках аттестации ГосНИИ ГА – как Головной организацией метрологической службы гражданской авиации – испытательного оборудования по ГОСТ Р 8.568-97 [14] и ОСТ 54-3-1572.80-2001 [15].

Таким образом, специалистами ГосНИИ ГА разработаны методы проведения аттестации ПО специальных СИ и ИИС, позволяющие выявлять наличие погрешностей, вносимых программным обеспече-

нием в результаты измерений и испытаний, и проводить оценку их числовых значений. Методы успешно апробированы и применяются в практической деятельности Лаборатории. Деятельность Лаборатории направлена на реализацию положений Федерального закона № 102-ФЗ [1], требований Воздушного законодательства РФ, нормативных актов Федерального органа исполнительной власти в области гражданской авиации и обеспечение единства измерений в технологических процессах производственной деятельности предприятий ВТ.

Представленные результаты показывают эффективность и подтверждают необходимость проведения работ по сертификации ПО СИ и ИИС для повышения качества авиационно-транспортных услуг и поддержания заданного уровня безопасности полётов. Опыт испытаний показывает, что при неправильно интерпретированном или 잘못된 программистами алгоритме программное обеспечение может вносить в результаты измерений существенные погрешности.

Целесообразно введение Федеральным органом исполнительной власти в области гражданской авиации (в рамках имеющихся полномочий) обязательной процедуры аттестации (сертификации) ПО СИ и ИИС, используемого на ВТ, которая в настоящее время носит, как правило, добровольный характер.

Аттестация ПО СИ и ИИС должна являться необходимым и обязательным условием его допуска к применению в технологических процессах производственной деятельности на ВТ.

Литература

1. Федеральный закон от 18.06.2008 г. № 102-ФЗ “Об обеспечении единства измерений”.
2. ГОСТ Р 8.654-2009. ГСИ. Требования к программному обеспечению средств измерений. Основные положения.
3. ГОСТ Р 8.596-2002. ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Общие положения.
4. МИ 2174-91. ГСИ. Аттестация алгоритмов и программ обработки данных при измерениях. Основные положения.
5. МИ 2175-91. ГСИ. Градуировочные характеристики средств измерений. Методы построения. Оценивание погрешностей.
6. МИ 2955-2005. ГСИ. Типовая методика аттестации программного обеспечения средств измерений и порядок её проведения.
7. Федеральный закон от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ “О техническом регулировании”.
8. Богоявленский А. А., Ермолаева О. Л., Бокков А. Е., Матюхин К. Е. О сертификации программного обеспечения средств измерений и информационно-измерительных систем, применяемых в гражданской авиации // Сб. научн. тр. ГосНИИ ГА. – 2010, № 311. – С. 86–90.
9. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. Информационные технологии. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению.
10. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000. Информационные технологии. Пакеты программ. Требования к качеству и тестирование.
11. ГОСТ 28195-89. Оценка качества программных средств. Общие положения.
12. ГОСТ 18977-79. Комплексы бортового оборудования самолётов и вертолётов. Типы функциональных связей. Виды и уровни электрических сигналов.
13. РТМ 1495–75/ARINC 429. Руководящий технический материал авиационной техники. Обмен информацией дупольярным кодом в оборудовании летательных аппаратов.
14. ГОСТ Р 8.568-97. ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.
15. ОСТ 54-3-1572.80-2001. Отраслевая система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Порядок проведения.