

УДК 621.317.7:681.32:006.354

Группа ПО1

# ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ  
КОМПЛЕКСОВ  
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК  
СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ КОНСТРУКЦИЙ  
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

ОСТ 1 02665-88

На 10 страницах

Общие положения

ОКСТУ 7563, 4222

Дата введения 01.07.89

Настоящий стандарт устанавливает общие положения к программному обеспечению измерительно-вычислительных комплексов (ИВК), предназначенных для автоматизированных систем виброиспытаний, обеспечивающих экспериментальное определение характеристик собственных колебаний конструкций летательных аппаратов с использованием методов многоточечного возбуждения, измерения и анализа гармонических колебаний.

№ изм.  
№ изд.

5799

Изм. № дубликата  
Изм. № подлинника

Издание официальное

Перепечатка воспрещена

Термины, используемые в стандарте, - по ГОСТ 24346, ГОСТ 16263, ГОСТ 19781, ГОСТ 26.203.

## 1. БАЗОВЫЙ СОСТАВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ИВК

1.1. Программные средства должны быть ориентированы на ИВК, отвечающие требованиям ОСТ 1 02561.

1.2. Входящие в состав ИВК ЭВМ должны иметь следующий набор периферийных устройств: консоль оператора, накопитель на магнитном диске, накопитель на магнитной ленте, алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ), графопостроитель и графический дисплей.

1.3. Технические требования к характеристикам ЭВМ, периферийного оборудования, каналам управления и измерения ИВК должны определяться в технических условиях на конкретные разработки ИВК.

## 2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ

2.1. Программное обеспечение ИВК должно состоять из общих и специальных программных средств.

2.2. Общие программные средства должны включать системное и диагностическое программное обеспечение.

2.2.1. Системное программное обеспечение должно включать: дисковую операционную систему, содержащую компиляторы, редакторы текста и связей, библиотеки математических функций и вспомогательные программы-утилиты; библиотеки графопостроителя и графического дисплея.

2.2.2. Диагностическое программное обеспечение должно включать: программы диагностики стандартных устройств ЭВМ и периферийного оборудования; программы диагностики нестандартных устройств ЭВМ, каналов управления и каналов измерения ИВК.

2.2.3. Системное программное обеспечение и программы диагностики стандартных устройств ЭВМ и периферийного оборудования поставляются предприятием - изготовителем вычислительной системы, а программы диагностики нестандартных устройств - предприятием - изготовителем ИВК.

2.3. Специальные программные средства должны включать следующие программные модули: измерения форм колебаний, амплитудных и фазовых частотных характеристик (АФЧХ) и нелинейных зависимостей; идентификации характеристик собственных колебаний конструкций; определения метрологических характеристик; графического представления результатов динамических испытаний конструкций. В качестве базового алгоритмического языка программирования должен использоваться ФОРТРАН.

№ изм.

№ изв.

5799

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

2.3.1. Программный модуль измерения форм колебаний, АФЧХ и нелинейных зависимостей должен обеспечивать:

1) управление устройствами каналов управления (генератором, блоками управляемых потенциометров), задавая параметры (амплитуды, частоты и фазы) их выходных сигналов;

2) управление устройствами каналов измерения (коммутаторами, программируемыми усилителями, фильтрами низких частот, аналого-цифровыми преобразователями);

3) выделение синфазных и квадратурных составляющих первой гармоники входных электрических сигналов (для ИВК с цифровой обработкой сигналов);

4) регистрацию измеренных значений синфазных и квадратурных составляющих в буферную память ЭВМ (для ИВК с аппаратными средствами преобразования сигналов);

5) отбраковку "выпадающих" данных;

6) преобразование измеренных синфазных и квадратурных составляющих электрических сигналов в аналогичные параметры измеренных физических величин (виброперемещений, виброскоростей и виброускорений);

7) накопление и оперативный визуальный контроль форм колебаний, АФЧХ и нелинейных зависимостей резонансной частоты или амплитуды колебаний от амплитуды возбуждающей силы.

2.3.2. Программный модуль идентификации должен обеспечивать:

1) подбор действующих на испытываемую конструкцию сил возбуждения с целью выделения собственного тона;

2) построение математической модели динамических свойств испытываемой конструкции в заданном диапазоне частот в виде характеристик собственных колебаний отдельных тонов;

3) проверку ортогональности форм колебаний полученной математической модели путем вычисления коэффициентов ортогональности по расчетному распределению масс конструкции и экспериментально измеренным формам колебаний.

2.3.3. Программный модуль определения метрологических характеристик должен обеспечивать:

1) градуировку каналов управления и измерения;

2) измерение и обработку данных при метрологической аттестации, поверке и контроле каналов управления и измерения;

3) оценки погрешностей измерения форм колебаний;

4) оценки погрешностей определения характеристик собственных колебаний конструкций.

№ изм.

№ изв.

5799

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

2.3.4. Программный модуль представления результатов динамических испытаний конструкции должен обеспечивать построение форм колебаний, АФЧХ, годографов и нелинейных зависимостей на графопостроителе.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

3.1. Результаты испытаний конструкции должны быть представлены в виде файлов экспериментальных данных, файлов модели графиков, файла состояния ИВК, таблиц и графиков.

3.2. Файл экспериментальных данных должен содержать: код испытываемой конструкции, количество вибродатчиков, их номера и типы, значения синфазной и квадратурной составляющей виброперемещения (виброускорения и виброскорости) в физических единицах измерения ( $m$ ,  $m/s$ ,  $m/s^2$ ), значения относительных погрешностей измерения по каждому вибродатчику, значения изменяемого параметра, при котором осуществляются измерения, и значения коэффициента усиления каналов измерения ИВК.

3.3. Файл модели графика должен содержать схему расположения датчиков на конструкции, рисунок конструкции.

3.4. Файл состояния ИВК должен содержать время интегрирования, коэффициенты усиления каналов измерения ИВК, градуировочные коэффициенты вибропреобразователей.

3.5. Таблицы должны содержать имя файла, дату его создания, номера и типы вибродатчиков, абсолютные и нормированные амплитуды и фазы (действительные и мнимые составляющие) физических величин, параметры гармонических силовых воздействий.

3.6. Графики должны содержать: формы колебаний конструкции; АФЧХ по одному и нескольким датчикам в виде годографа, амплитудной и фазовой, вещественной и мнимой частотных характеристик; зависимости резонансной частоты и амплитуды колебаний конструкции от амплитуды силы возбуждения.

3.7. Графики должны изображаться в виде непрерывных линий или символов. Выбор и разметка осей графика должны осуществляться автоматически или по заданию оператора ИВК. Надписи, сопровождающие рисунок, могут быть как изменяемые, так и неизменяемые. Изменяемые надписи формируются в процессе создания графика. Неизменяемые надписи формируются при создании модели графика.

3.8. Таблицы и графики должны храниться в виде файлов данных и могут быть размножены на периферийных устройствах ИВК.

№ изм.

№ изв.

5799

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

#### 4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ МОДУЛЮ ИЗМЕРЕНИЯ ФОРМ КОЛЕБАНИЙ, АФЧХ И НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ

4.1. Функционально программный модуль должен состоять из следующих основных блоков: измерения, управления, отображения и сервиса.

4.2. Блок измерения должен обеспечить управление устройствами каналов управления и измерения, измерение и регистрацию синфазных и квадратурных составляющих сигналов с виброизмерительных преобразователей.

4.3. Блок управления должен обеспечить интерпретацию формализованной технологии проведения динамических испытаний в автоматическом или пошаговом режиме исполнения, оперативный контроль и изменение основных управляющих параметров программы.

4.4. Блок отображения должен в темпе проведения эксперимента представить результаты испытаний в виде, необходимом для анализа на экране графического дисплея, а по мере необходимости - в виде таблиц и (или) графиков на АЦПУ.

4.5. Блок сервиса должен обеспечивать: протоколирование последовательности действий оператора ИВК, отладку программы испытаний с имитацией управляющего и измерительного оборудования ИВК; обучение оператора ИВК.

4.6. Входными данными программы должен быть файл состояния ИВК.

4.7. Выходными данными программы должен быть файл экспериментальных данных.

#### 5. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ МОДУЛЮ ИДЕНТИФИКАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ КОНСТРУКЦИИ

5.1. Функционально программный модуль должен состоять из трех основных блоков: подбора сил возбуждения конструкции; построения математической модели исследуемой конструкции; проверки ортогональности измеренных форм колебаний и их ортогонализации.

5.2. Блок подбора сил возбуждения конструкции должен обеспечивать в темпе проведения испытаний формирование таких параметров выходных сигналов каналов управления, которые при наличии ограничений создают распределение возбуждающих сил, минимизирующее критерий "чистоты" выделения собственного тона, колебаний конструкции.

5.3. Блок построения математической модели исследуемой конструкции в заданном диапазоне частот должен вычислять характеристики собственных колебаний в виде собственных частот, декрементов (коэффициентов демпфирования) и обобщенных масс для каждого тона колебаний.

№ изм.

№ изв.

5799

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

5.4. Блок проверки ортогональности форм колебаний должен вычислять по распределению масс конструкции коэффициенты ортогональности и проводить ортогонализацию форм колебаний с целью минимизации коэффициентов ортогональности.

5.5. Входными данными программного модуля должны быть файлы экспериментальных данных.

5.6. Выходными данными программного модуля должны быть значения обобщенных характеристик собственных колебаний конструкций, значения коэффициентов ортогональности, коэффициентов влияния, ортогонализированные формы колебаний.

## 6. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ МОДУЛЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

6.1. Функционально программный модуль должен состоять из следующих основных блоков: градуировки, метрологии, оценки погрешностей, задания и редактирования входных данных.

6.2. Блок градуировки должен обеспечивать управление устройствами каналов управления и измерения при определении функций преобразования каналов управления и измерения ИВК, а также каналов управления ИВК совместно с электродинамическими вибровозбудителями и усилителями мощности и каналов измерения ИВК совместно с первичными вибродатчиками и измерительными усилителями; вычисление функции преобразования каналов управления и измерения с использованием метода наименьших квадратов при обработке опытных данных.

6.3. Блок метрологии позволяет выполнять управление устройствами каналов управления и измерения при сборе опытных данных, а также проводить их обработку в соответствии с требованиями ГОСТ 8.009 при метрологической аттестации, поверке и метрологическом контроле каналов измерения.

6.4. Блок оценки погрешностей должен обеспечивать: оценки погрешностей непосредственных измерений колебаний точек испытываемых конструкций и прикладываемых к ним тестовых сил с учетом основных погрешностей каналов управления и измерения, определяемых в процессе метрологической аттестации, а также дополнительных погрешностей, возникающих в процессе испытаний; оценки погрешностей определения характеристик собственных колебаний испытываемых конструкций, рассчитываемых косвенно по результатам известных погрешностей непосредственных измерений параметров колебаний и сил.

При оценках дополнительных погрешностей, вызванных условиями эксплуатации оборудования, должна рассчитываться случайная погрешность измерений колебаний по двум измерениям каждой формы колебаний и по десяти измерениям выбранной формы колебаний.

№ изм.

№ изв.

5799

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

6.5. Блок задания и редактирования входных данных должен обеспечить создание и модификацию файла входных данных программы, изменение градуировочного коэффициента по любому каналу управления и измерения.

6.6. Входными данными программного модуля должны быть количества повторений, сечений, каналов, выходная амплитуда генератора, коэффициенты блока управляемых потенциометров, значения двухкратных измерений каждой формы колебаний и многократных измерений выбранной формы колебаний, значения вычисленных характеристик собственных колебаний конструкции в заданном диапазоне частот.

6.7. Выходными данными программного модуля должны быть: опытные данные по результатам измерений, полученные при градуировках, градуировочные коэффициенты по каналам управления и измерения; значения приведенных погрешностей измерения физических величин и погрешностей вычисления характеристик собственных колебаний.

## 7. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ МОДУЛЮ ГРАФИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ КОНСТРУКЦИЙ

7.1. Функционально программный модуль должен состоять из блоков: формирования модели графика (совокупность элементов графика) и преобразования модели графика в рисунок для конкретного графопостроителя.

7.2. Минимальный набор элементов, из которых составляется модель графика, должен состоять из точки, отрезка прямой линии, цепочки символов, целого и действительного числа.

7.3. Элементы графика должны задаваться в метрических единицах измерения. Модели графика должны допускать выполнение с ними действий: суммирования, сдвига и поворота. Подготовка модели графика должна осуществляться однократно и содержаться в файле модели графика.

7.4. Входными данными программного модуля должен быть файл экспериментальных данных.

7.5. Выходными данными программного модуля должен быть графический файл, выведенный с помощью команд операционной системы на графический дисплей или графопостроитель.

## 8. ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЮ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

8.1. Результаты работы специальных программных средств должны формироваться в виде файлов данных на магнитном диске.

№ ИЗМ.

№ ИЗВ.

5799

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

8.2. Структура файлов экспериментальных и расчетных данных, содержащих информацию о форме колебаний, АФЧХ и нелинейных зависимостях, должна быть одинаковой.

8.3. Специальные программные средства могут существовать в виде комплекса или пакета прикладных программ.

8.4. В комплексе прикладных программ взаимодействие программных модулей по данным должно осуществляться через файл данных, а их исполнение должно быть последовательным и осуществляться под управлением операционной системы ЭВМ.

8.5. В пакете прикладных программ технология проведения динамических испытаний конструкции должна определяться средствами входного языка.

## 9. ТРЕБОВАНИЯ К СВЯЗИ С ОПЕРАТОРОМ ИВК

9.1. В качестве консоли оператора может использоваться алфавитно-цифровой дисплей или дисплейный терминал.

9.2. Режим работы с ЭВМ должен быть как диалоговый, так и пакетный.

9.3. При работе в диалоговом режиме сообщения для оператора ИВК должны быть лаконичными и однозначными для понимания.

9.4. Оператор ИВК должен иметь возможность влиять на измерительный и вычислительный процессы: приостанавливать или прекращать их с помощью директив. Техническим средством реализации директив должна быть клавиатура консоли оператора ИВК.

9.5. После исправления ошибочной ситуации в измерительной аппаратуре должна быть предусмотрена возможность продолжения работы специальных программных средств без их повторного запуска.

№ ИЗМ.

№ ИЗВ.

5799

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. УТВЕРЖДЕН Министерством

ЗАРЕГИСТРИРОВАН ЦГО

№ 85 от 27.12.88

2. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

3. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта
ГОСТ 8.009-84	6.3
ОСТ 1 02561-85	1.1

№ ИЗМ.  
№ ИЗВ.

Инв. № дубликата  
Инв. № подлинника  
5799

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изме- нения	Номер листа (страницы)				Номер доку- мента	Подпись	Дата внесе- ния изм.	Дата введения изм.
	изме- нен- ного	заме- ненного	нового	аннули- рован- ного				

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

5799