

*Ю.А. ВАШУКОВ, Ю.А. СОВЕТКИН*

**СЕРТИФИКАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ  
АВИЦИОННОЙ  
И РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ**

**2007**



**САМАРА**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

*Ю.А. ВАШУКОВ, Ю.А. СОВЕТКИН*

СЕРТИФИКАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ  
АВИАЦИОННОЙ  
И РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия*

САМАРА  
Издательство СГАУ  
2007

УДК 658/562 (076/5)

ББК 65.2/4

В 234



**Инновационная образовательная программа  
"Развитие центра компетенции и подготовка  
специалистов мирового уровня в области аэро-  
космических и геоинформационных технологий"**

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. А. Н. К о п т е в;  
директор департамента качества  
ОАО «Авиакор-Авиационный завод» И. А. М а р к о в

*Вашуков Ю.А.*

В 234 **Сертификация изделий авиационной и ракетной техники:**  
учеб. пособие / *Ю.А. Вашуков, Ю.А. Советкин.* – Самара: Изд-во  
Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. – 68 с.: ил.

**ISBN 978-5-7883-0534-9**

Рассмотрены особенности сертификации изделий авиационной и ракетной техники. Даны основы технологии испытаний летательных аппаратов. Изложены статистические методы, используемые при сертификации.

Учебное пособие предназначено для студентов аэрокосмических факультетов, обучающихся по специальностям 130100 «Самолето- и вертолестроение», 130600 «Ракетостроение», 130700 «Космические летательные аппараты и разгонные блоки».

Подготовлено на кафедре производство летательных аппаратов и управление качеством.

УДК 658/562 (076/5)

ББК 65.2/4

**ISBN 978-5-7883-0534-9**

© Вашуков Ю.А., Советкин Ю.А., 2007

© Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2007

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ В ОБЛАСТИ СЕРТИФИКАЦИИ</b> .....	5
1.1. <i>Виды сертификации</i> .....	5
1.2. <i>Схемы сертификации</i> .....	6
1.3. <i>Особенности применения отдельных схем сертификации работ и услуг</i> .....	10
<b>2. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ИСПЫТАНИЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ</b> .....	12
2.1. <i>Виды испытаний в опытном и серийном производстве летательных аппаратов</i> .....	12
2.2. <i>Состав операций технологического процесса испытаний</i> .....	16
2.3. <i>Классификация нагрузок, действующих на летательный аппарат при эксплуатации</i> .....	18
2.4. <i>Моделирование процессов испытания</i> .....	20
<b>3. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ СЕРТИФИКАЦИИ</b> .....	23
<b>4. СЕРТИФИКАЦИЯ КАЧЕСТВА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ</b> .....	29
4.1. <i>Особенности сертификации сложных технических систем</i> .....	29
4.2. <i>Нормы летной годности самолетов</i> .....	31
4.3. <i>Системы сертификации авиационной техники</i> .....	34
4.4. <i>Аттестация комплектующих изделий</i> .....	39
4.5. <i>Особенности сертификации импортируемых комплектующих изделий</i> .....	40
4.6. <i>Программы и организация работ по сертификации</i> .....	41
4.7. <i>Особенности летных испытаний</i> .....	43
4.8. <i>Содержание Правил сертификации</i> .....	47
<b>5. ФЕДЕРАЛЬНАЯ СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ НАУЧНОГО И НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ</b> .....	50
<b>6. ПРОБЛЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ РОССИЙСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ</b> .....	56
6.1. <i>Проблемы атмосферных летательных аппаратов</i> .....	56
6.2. <i>Проблемы изделий ракетно-космической техники</i> .....	60
6.3. <i>Особенности российской сертификации летательных аппаратов</i> .....	61
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	65

## ВВЕДЕНИЕ

Производство новых летательных аппаратов (ЛА) требует постоянного совершенствования технологических процессов, разработки и внедрения новых методов и средств обработки, обеспечивающих постоянно растущие требования по качеству. Сертификация - одна из наиболее эффективных форм обеспечения качества выпускаемых ЛА, а также их конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках.

Решению вопросов сертификации большое внимание уделяют такие международные организации, как международная организация по стандартизации (ИСО), Международная электротехническая комиссия (МЭК), Всемирная торговая организация (ВТО). Сертификация сегодня рассматривается как средство, не только облегчающее производителю выход на рынки других стран, но и существенно повышающее его эффективность производства.

Летательные аппараты принадлежат к сложным техническим системам, отказы которых зачастую приводят к тяжелым последствиям. При этом формы и методы сертификации сложных изделий отличаются от традиционных подходов, применяемых при сертификации более простого оборудования. Особая роль сертификации сложных систем в обеспечении безопасности техники отражена в законах РФ «О техническом регулировании» и «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». В связи с этим особенности сертификации ЛА должны быть предметом специального изучения, которому и будет способствовать данное учебное пособие.

# 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ В ОБЛАСТИ СЕРТИФИКАЦИИ

## 1.1. Виды сертификации

Сертификация – это процедура подтверждения третьей независимой стороной, т.е. организацией, независимой от заинтересованных сторон (изготовителей, исполнителей, продавцов и потребителей), соответствия должным образом идентифицированной продукции, процесса или услуги конкретному стандарту или другому нормативному документу.

Сертификация осуществляется в целях:

- создания условий для деятельности предприятий, предпринимателей, а также для участия в международном научно-техническом сотрудничестве и международной торговле;
- содействия потребителям в компетентном выборе продукции;
- защиты потребителей от недобросовестности изготовителя;
- контроля безопасности продукции для окружающей среды, жизни и здоровья;
- подтверждения показателей качества продукции, заявленных изготовителем.

Сертификация может быть обязательной и добровольной. Наличие сертификата, выданного компетентным органом, облегчает экспорт и импорт продукции, помогает покупателям в выборе товара и служит определенной гарантией его безопасности.

Объектами сертификации могут быть: продукция производственно-технического назначения, товары народного потребления, услуги, оказываемые населению и производителям, а также иные объекты.

*Обязательная сертификация* распространяется на продукцию и услуги, от которых зависит здоровье и жизнь потребителя, а также безопасность его имущества и окружающей среды.

Номенклатура продукции и услуг, подлежащих обязательной сертификации в России, определяется Госстандартом РФ в соответствии с законом «О защите прав потребителей» и включает в себя более 100 групп продукции и услуг. Например:

- продукцию пищевой промышленности;

- продукцию мясной, молочной, рыбной, мукомольно-крупяной, комбикормовой и микробиологической промышленности;
- медикаменты, продукцию медицинского назначения и мед-технику;
- продукцию сельскохозяйственного производства, растениеводства и животноводства;
- изделия культурно-бытового назначения, театрално-зрелищных предприятий, учебного назначения;
- оборудование для легкой и пищевой промышленности;
- бытовую технику;
- услуги общественного питания;
- услуги туристического комплекса;
- бытовое обслуживание населения;
- химическую чистку;
- техническое обслуживание;
- услуги пассажирского транспорта и др.

*Добровольная сертификация* проводится по инициативе заявителей (изготовителей, продавцов, исполнителей) для объектов, от которых не зависит безопасность потребителя, но и она обуславливает ограничение выпуска некачественной продукции или услуг, так как при этом проверяются их надежность, экономичность, эстетичность. Добровольная сертификация направлена на повышение конкурентоспособности предприятия и не может заменить обязательную сертификацию. Объектами добровольной сертификации могут быть: различная производственно-техническая продукция, продукция социально-бытового назначения, услуги, системы менеджмента качества предприятий при проектировании, разработке, монтаже, обслуживании.

## 1.2. Схемы сертификации

*Схема сертификации* - это состав и последовательность действия третьей стороны при оценке соответствия продукции, услуг, систем качества и персонала.

Схемы применяемые при обязательной сертификации, опреде-

ляются национальным органом Российской Федерации по стандартизации. При этом учитываются особенности производства, испытаний, постановки и использования конкретной продукции, затраты заявителя и требуемый уровень доказательности сертификации. Схему добровольной сертификации определяет заявитель и предлагает ее органу по сертификации. Рекомендуемые схемы в системе ГОСТ Р даны в табл. 1.1.

**Схемы сертификации** **Таблица 1.1**

№ п/п	Испытания в аккредитованных испытательных лабораториях и др. способы доказательств соответствия	Проверка производства	Инспекционный контроль сертифицированной продукции (системы качества, производства)
1	2	3	4
1	Испытания типа	-	-
1а	То же	Анализ состояния производства	-
2	- // -	-	Испытания образцов, взятых у продавца
2а	- // -	Анализ состояния производства	Испытания образцов, взятых у продавца. Анализ состояния производства
3	- // -	-	Испытания образцов, взятых у изготовителя.
3а	- // -	Анализ состояния производства	Испытания образцов, взятых у изготовителя. Анализ состояния производства
4	- // -	-	Испытания образцов, взятых у продавца. Испытания образцов, взятых у изготовителя
4а	- // -	Анализ состояния производства	Испытания образцов, взятых у продавца. Испытания образцов, взятых у изготовителя. Анализ состояния производства



5	- // -	Сертификация производства или сертификация системы качества	Контроль сертифицированной системы качества (производства). Испытания образцов, взятых у продавца. Испытания образцов, взятых у изготовителя
6	Рассмотрение декларации о соответствии прилагаемым документам	Сертификация системы качества	Контроль сертифицированной системы качества
7	Испытания типа	-	-
8	Испытания каждого образца	-	-
9	Рассмотрение декларации о соответствии прилагаемым документам	-	-
9а	Рассмотрение декларации о соответствии прилагаемым документам	Анализ состояния производства	-
10	Рассмотрение декларации о соответствии прилагаемым документам	-	Испытания образцов, взятых у продавца. Испытания образцов, взятых у изготовителя
10а	Рассмотрение декларации о соответствии прилагаемым документам	Анализ состояния производства	Испытания образцов, взятых у продавца. Испытания образцов, взятых у изготовителя. Анализ состояния производства

Действующим законодательством предусмотрено, что во всех схемах сертификации (если это не противоречит правилам сертификации однородных работ или услуг) могут быть использованы документы, подтверждающие соответствие установленным требо-

ваниям и полученные вне работ по сертификации.

К таким документам, в частности, относятся:

- результаты экспертных оценок;
- данные социологических обследований;
- протоколы испытаний;
- договоры исполнителя работ и услуг с потребителем;
- техническая и другая документация исполнителя работ или услуг;
- акты проверок, заключения и сертификаты как специальных органов, контролирующих качество и безопасность работ и услуг, так и общественных объединений потребителей, их ассоциаций и союзов.
- Оценка соответствия работ и услуг установленным требованиям включает:
  - оценку выполнения работ и оказания услуг;
  - проверку и испытания результатов работ и услуг.

В свою очередь, оценка выполнения работ и оказания услуг в зависимости от выбранной схемы сертификации включает:

- оценку мастерства исполнителя работ и услуг;
- оценку процесса выполнения работ и оказания услуг;
- анализ состояния производства;
- оценку организации (предприятия) – исполнителя работ и услуг;
- оценку системы качества.

При сертификации работы и услуг проводится также рассмотрение декларации о соответствии прилагаемым документам.

Порядок оценки процесса выполнения работ и оказания услуг устанавливается в правилах сертификации однородных работ и услуг. Итоги оценки отражаются в актах.

Проверку результатов работ и услуг проводит орган по сертификации, а испытание результатов работ и услуг – аккредитованные испытательные лаборатории. Итоги проверки и испытаний отражаются в протоколах.

Орган по сертификации на основе анализа актов, протоколов и других документов, подтверждающих соответствие работ и услуг установленным требованиям, принимает решение о выдаче сертификата, оформляет его и регистрирует. При отрицательных итогах

анализа орган по сертификации принимает решение об отказе в выдаче сертификата с указанием причин отказа.

### **1.3. Особенности применения отдельных схем сертификации работ и услуг**

Схемы сертификации 1-6 и 9а-10а применяются при сертификации продукции, серийно выпускаемой изготовителем в течение срока действия сертификата, схемы 7, 8, 9 – при сертификации уже выпущенной партии или единичного изделия.

Схемы 1-4 рекомендуется применять:

- схему 1 – при ограниченном, заранее оговоренном объеме реализации продукции, которая будет поставляться в течение короткого промежутка времени отдельными партиями по мере их серийного производства (для импортной продукции – при ограниченном объеме выпуска);
- схему 2 – для импортной продукции при долгосрочных контрактах или при постоянных поставках серийной продукции по отдельным контрактам с выполнением инспекционного контроля на образцах продукции, отобранных из партии, завезенной в Российскую Федерацию;
- схему 3 – для продукции, стабильность серийного производства которой не вызывает сомнения;
- схему 4 – при необходимости всестороннего и жесткого инспекционного контроля продукции серийного производства.
- Схемы 5 и 6 рекомендуется применять при сертификации продукции, для которой:
  - реальный объем выборки для испытаний недостаточен для объективной оценки выпускаемой продукции;
  - технологические процессы чувствительны к внешним факторам;
  - установлены повышенные требования к стабильности характеристик выпускаемой продукции;
  - характерна частая смена модификации продукции;
  - продукция может быть испытана только после монтажа у потребителя.

Условием применения схемы 6 является наличие у изготовителя системы испытаний, включающей контроль всех характеристик на соответствие требованиям, предусмотренным при сертификации такой продукции, что подтверждается выпиской из акта проверки и оценки системы качества.

Схемы 7 и 8 рекомендуется применять тогда, когда производство или реализация данной продукции носит разовый характер (партия, единичные изделия).

Схемы 9-10а основаны на использовании в качестве доказательства соответствия (несоответствия) установленным требованиям – декларации о соответствии с прилагаемыми документами, подтверждающими соответствие продукции установленным требованиям.

В декларации о соответствии изготовитель (продавец) в лице уполномоченного представителя под свою ответственность заявляет, что его продукция соответствует установленным требованиям.

Выбор схемы сертификации можно вести с двух позиций – с точки зрения оптимального использования возможностей самих схем и с точки зрения учета конкретных особенностей продукции и ее производства, хранения, транспортировки.

Цель выбора – получить доказательства способности производства обеспечить стабильный выпуск продукции не ниже требуемого качества. Кроме обеспечения доверия учитываются экономичность его достижения. Различают сертификаты на каждое изделие, на определенную партию изделий и на весь объем продукции, выпущенной за весь период действия сертификата.

Конечная цель проведения сертификации – это не только повышение качества продукции и услуг, но и гарантия безопасности живущим сегодня и сохранение здоровой среды обитания для тех, кто будет жить завтра.

## 2. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ИСПЫТАНИЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Качество летательного аппарата (ЛА) определяется качеством его систем. Обеспечение качества систем производится на всех этапах жизненного цикла ЛА. Оптимальность технических решений на каждом этапе жизненного цикла системы проверяют испытаниями, в результате которых получают количественные характеристики систем и изделий в целом.

### 2.1. Виды испытаний в опытном и серийном производстве летательных аппаратов

В процессе разработки и производства ЛА производятся следующие испытания:

*Доводочные испытания* проводятся для подтверждения работоспособности выбранной конструкции агрегата, системы, отсека или узла во всем диапазоне заданных условий эксплуатации и режимов функционирования, а также с целью подтверждения полного соответствия характеристик этих сборочных единиц заданным в техническом задании (ТЗ) на проектирование. На этапе доводочных испытаний допускается изменение конструкции элементов изделия, уточнение технологического процесса испытаний (замена одного метода испытаний другим, изменение параметров испытаний и т.д.), а также корректировка отдельных пунктов программы испытаний (количество циклов наработки, величина действующих нагрузок и т. д.).

Чистовые испытания являются заключительным этапом автономных отработочных испытаний и проводятся для подтверждения необходимой работоспособности сборочной единицы в соответствии с корректировкой по результатам конструкторских и доводочных испытаний.

*Комплексные испытания* ЛА проводятся с целью отработки функционирования всего комплекса систем, узлов, агрегатов и отсеков и определения соответствия эксплуатационно-технических характеристик ЛА заданным в ТЗ.

*Отработочные испытания* проводятся как на опытном произ-

водстве ОКБ, так и на заводе-изготовителе.

Для условий серийного производства характерны такие категории испытаний, как приемосдаточные, периодические и типовые. Они проводятся на заводе-изготовителе.

*Приемосдаточные испытания (ПСИ)* - это комплекс контрольных испытаний, проводимых с целью проверки качества изготовления и соответствия изготавливаемых сборочных единиц ЛА требованиям конструкторской и нормативно-технической документации (КД и НТД).

*Индивидуальные контрольные испытания* на соответствие КД и НТД проходят 100% агрегатов, систем, узлов и отскоков, изготавливаемых для каждого ЛА. В состав проверок при индивидуальных контрольных испытаниях не должны включаться такие, которые могут ухудшить качество объекта испытаний или привести к уменьшению гарантийного ресурса (в частности, воздействующие механические нагрузки должны быть в пределах упругой деформации, электрические воздействия не должны приводить к пробое изоляции и т.д.).

*Установочные испытания* проводятся с целью подтверждения отработанности технологических процессов изготовления сборочных единиц ЛА на данном заводе или в цехе в случае, если объект испытаний ранее изготавливался на другом заводе или в другом цехе, а также в случае длительного перерыва (более двух лет) в изготовлении. Испытания данной категории являются комплексными и включают в себя несколько различных видов (пневмогидравлические, механические, климатические).

*Контрольно-выборочные испытания (КВИ)* проводятся при сдаче каждой партии сборочных единиц ЛА (4% от числа в партии, но не менее трех штук) с целью подтверждения соответствия данной партии требованиям КД и КТД. Сборочные единицы поступают в дальнейшее производство только в случае положительного результата КВИ.

*Периодические испытания* проводятся с целью контроля, стабильности технологического процесса изготовления сборочных единиц ЛА и подтверждения возможности продолжения их изготовления. Периодические испытания должны проводиться не реже 1 раза в год на сборочных единицах от любой партии, принятой по КВИ в течение данного года.

*Типовые испытания* проводятся в случае внесения изменений в конструкцию или в технологию изготовления агрегата, узла, системы или отсека КА, которые могут повлиять на их характеристики, с целью оценки эффективности и целесообразности этих изменений.

*Предполетными испытаниями* называется совокупность технологических операций, проводимых на космодроме и предназначенных для проверки работоспособности систем, агрегатов и механизмов ЛА перед его запуском. Предполётные испытания включают в себя электрические, механические и пневмовакуумные испытания (Рис.2.1). Для проведения предполетных испытаний, подготовки к запуску и запуска ЛА с завода-изготовителя транспортируется на космодром.

*Электрические испытания* - это всесторонняя проверка функционирования бортовых систем ЛА согласно логике его работы. Электрические испытания на техническом комплексе должны быть по возможности идентичны электроиспытаниям на КИС завода-изготовителя, что позволяет проводить их по аналогичной отработанной эксплуатационно-технической документации и судить о стабильности результатов испытаний. Целью электроиспытаний на данном этапе является проверка работоспособности систем ЛА после его транспортировки с завода-изготовителя и сборки на техническом комплексе.

Электроиспытания подразделяются на автономные, стыковочные и комплексные.

*Автономные испытания* - это детальные испытания отдельно взятой самостоятельной системы. При этих испытаниях связи системы с другими системами отсутствуют, электропитание осуществляется собственными автономными источниками, используется своя контрольная и коммутационная аппаратура. Автономные испытания позволяют провести всестороннюю проверку системы, определить ее статические и динамические характеристики, убедиться в полной работоспособности как системы в целом, так и каждого ее канала. К их недостаткам следует отнести необходимость расстыковки проверенных на КИС связей с другими системами, необходимость оснащения технического комплекса большим количеством разнообразной и специфичной контрольной и коммутационной аппаратуры, необходимость иметь в наличии имитаторы других систем.

*Стыковочные испытания* - это детальные совместные испытания двух или более систем, особенно тесно между собой связанных (например, радиотехническая система и антенно-фидерная система, радиосистема мягкой посадки и система управления мягкой посадкой, научная аппаратура и система снятия информации и др.). При этих испытаниях связи стыкуемых систем с другими системами отсутствуют, электропитание единое (штатное, нештатное). При этом используется, как правило, штатная коммутационно-распределительная аппаратура.

*Комплексные испытания* - это испытания всех систем, объединенных в единую бортовую схему, с имитацией штатных и возможных нештатных режимов функционирования аппарата.

В комплексные испытания входят следующие проверки:

- проверка исходного состояния бортовых систем;
- сеансы с имитацией штатных режимов работы систем;
- сеансы с имитацией возникновения нештатных ситуаций и выхода из них;
- проверка систем на их электромагнитную совместимость;

*Летные испытания* - заключительные испытания, подтверждающие правильность всех конструктивно-технологических решений, заложенных в ЛА при проектировании и изготовлении.

Основными организационно-методическими документами для проведения испытаний являются:

- для категорий испытаний, проводящихся на этапе опытного производства - "Программа и методика испытаний" (ПМ);
- для категорий испытаний, проводящихся на этапе серийного производства - "Технические условия" (ТУ);
- проверка исходного состояния бортовых систем.

В ПМ и ТУ устанавливаются объект и цели испытаний, виды, последовательность и объем проводимых экспериментов, порядок, условия, места и сроки проводимых испытаний, их обеспечение и отчетность по ним. В этих документах указаны метод испытаний, средства испытаний, требования техники безопасности и охраны окружающей среды.



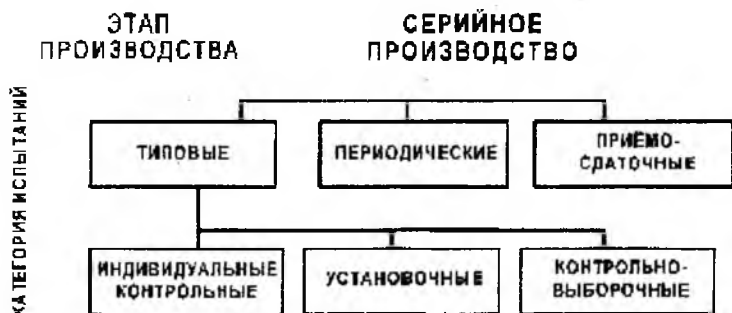


Рисунок 2.1. Категории испытаний при опытном и серийном производстве

## 2.2. Состав операций технологического процесса испытаний

Любой технологический процесс содержит четыре группы операций: подготовительные, основные, заключительные и особые.

Подготовительные операции ТП испытаний заключаются в

подготовке к испытаниям как самого объекта, так и испытательного оборудования. Подготовка объекта испытаний (ОИ) заключается в следующем:

- проверка сопроводительной документации на законченность всех предыдущих операций;
- доставка ОИ к месту проведения испытаний;
- проверка паспортов комплектующих приборов;
- проверка пломб и технологических заглушек;
- контроль давления наддува (если это необходимо).

Подготовка испытательного оборудования проводится в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Основные операции ПИ испытаний - это последовательность операций, проводимых с испытательным оборудованием и объектом испытаний с целью введения в работоспособное состояние и получения характеристик, определяющих состояние изделия при различных режимах работы. Первой операцией является установка и закрепление объекта испытаний на испытательном стенде (ИС) и его подключение к силовым, измерительным и командным коммуникациям. Все дальнейшие операции направлены на перевод ОИ в рабочее состояние и управление этим состоянием с одновременным управлением имитаторами нагрузок ИС по заданной программе. Составной частью основных операций является методика испытаний, которая содержит принципиальные схемы измерительной и управляющей частей ИС, а также последовательность проведения измерений, регистрации и обработки данных на всех режимах работы ОИ.

Заключительные операции проводятся после проведения всех предписанных методикой измерений и начинаются с отключения имитаторов нагрузок и отключения ОИ от ИС.

Особые операции - операции контроля состояния испытательного стенда и объекта испытаний.

В соответствии с рис.2.2 можно выделить три этапа испытаний: лабораторный, доводочный и приёмосдаточный. На каждом этапе используется свое испытательное оборудование.

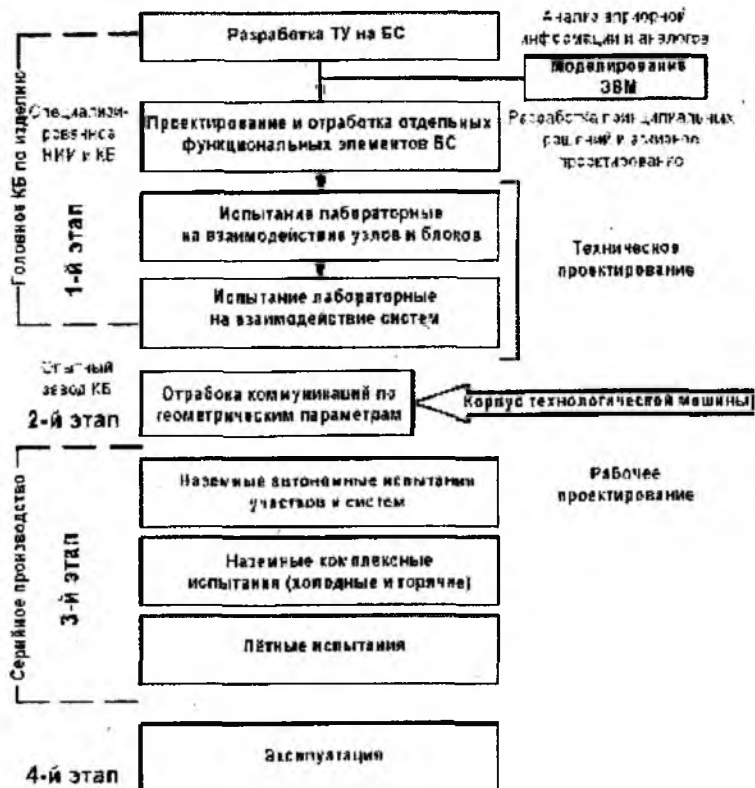


Рисунок 2.2. Испытания на этапах разработки, проектирования и изготовления

### 2.3. Классификация нагрузок, действующих на летательный аппарат при эксплуатации

Все нагрузки, действующие на ЛА при эксплуатации, можно разделить на две группы. Первая - нагрузки, действующие на ЛА со стороны окружающей среды при изготовлении, транспортировке, хранении, подготовке к пуску и во время полёта. Эта группа нагрузок оказывает доминирующее воздействие на все характеристики систем ЛА. Вторая группа нагрузок действует на ЛА при работе БС самого ЛА.

По физической природе нагрузки подразделяются на:

*Механические нагрузки* действуют в конструкциях корпуса ЛА и БС на всех этапах жизненного цикла. По скорости изменения механические нагрузки разделяются на статические и динамические. Статические нагрузки, в свою очередь, делятся на постоянные и медленно изменяющиеся. Статические нагрузки характеризуются величиной, направлением, продолжительностью действия и законом изменения действующей нагрузки. Статические нагрузки могут быть растягивающими, сжимающими, кручения, изгиба и сложного нагружения. Динамические нагрузки имеют специальные параметры, позволяющие их однозначно идентифицировать.

*Вибрационные нагрузки* характеризуются законом колебаний (амплитуда и частота) или отсутствием такового (случайные вибрации), а также количеством осей с виброускорением.

*Ударные нагрузки* могут быть одиночными и повторяющимися. Характеризуются величиной перегрузки, создаваемой при торможении, или величиной ударного импульса. Перегрузка определяется как отношение ускорения объекта испытаний в момент удара к ускорению свободного падения.

*Инерционные нагрузки* возникают при наличии на объекте испытаний присоединённых масс. Например, при определении динамических характеристик рулевых машин (скорости возвратно-поступательного движения штока) необходимо учитывать инерционность присоединённой к штоку механической системы передачи усилия от штока к газовым рулям.

*Тепловые нагрузки* характеризуются величиной и направлением потока тепла (нагрев или охлаждение), а также законом изменения и продолжительностью действия.

*Гидрогазовые нагрузки* возникают как при движении ЛА сквозь жидкость или газ, так и при движении газа или жидкости по трубам БС в качестве рабочего тела. Характеризуются скоростью движения, давлением, температурой, вязкостью и плотностью среды.

*Климатические нагрузки* зависят от климатической зоны, в которой изготавливается и эксплуатируется ЛА. Согласно ГОСТ 16350-80 в нашей стране для промышленных изделий установлено климатическое районирование территории, которое произведено с учетом климатического районирования земного шара. Метеороло-

гические условия определяются Стандартной атмосферой по ГОСТ 4401-81 и ГОСТ 24631-81 - "Атмосферы справочные", параметры.

*Нагрузки (факторы) космического пространства* возникают при нахождении ЛА на орбите Земли или в открытом космосе вдали от планет. На открытых поверхностях космических ЛА в космосе температура может колебаться от  $-150^{\circ}\text{C}$  до  $+330^{\circ}\text{C}$ . Для некоторых БС в приборных отсеках температура колеблется от  $+5^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ , для необитаемых ИСЗ - от  $-60$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ , в обитаемых - от  $+15^{\circ}\text{C}$  до  $+25^{\circ}\text{C}$ , при влажности 40-70%.

Современные испытательные стенды не могут полностью воспроизводить весь комплекс факторов КП, так как наземная имитация некоторых факторов может быть настолько дорогостоящей, что более выгодным является проведение летных испытаний.

## 2.4. Моделирование процессов испытания

Воспроизведение натуральных условий эксплуатации в установках, предназначенных для испытания авиакосмической техники, связано с потреблением огромного количества энергии, т.е. большими затратами финансовых средств и топливных ресурсов. Для снижения затрат на испытания применяется моделирование, когда исследуемое физическое явление заменяется подобным ему другим физическим явлением. Примером такого моделирования является продувка моделей самолётов в аэродинамических трубах. Моделирование может быть математическим, физическим и аналоговым.

*Математическое моделирование.* Исследуемое свойство или процесс реального физического ОИ заменяется его математическим описанием - математической моделью. В настоящее время такое моделирование широко используется при разработке аэродинамического обвода ЛА - математическая модель поверхности. В дальнейшем от математической модели поверхности переходят к твердотельной модели, которую используют для продувок.

*Физическое моделирование.* При этом моделировании изменяются только масштабы исследуемого физического явления (процесса, объекта испытания), но физическое явление остаётся неизменным.

*Аналоговое моделирование.* Исследуемое реальное физиче-

ское явление заменяется аналоговым, описываемым идентичными математическими уравнениями. Применяется для исследования переходных режимов в системах управления, когда гидродинамические процессы в гидросистемах заменяются процессами в электрических цепях.

Теория подобия позволяет решать вопросы физического моделирования исследуемых процессов и явлений. Использование теории подобия позволяет создавать значительно менее энергоёмкие контрольно-испытательные стенды (КИС). Два явления подобны в том случае, если математические уравнения, описывающие рассматриваемые явления и приведенные к безразмерному виду, оказываются тождественными.

Существует геометрическое, кинематическое и динамическое подобие физических явлений, которые должны выполняться при моделировании в зависимости от поставленной задачи исследования.

*Геометрическое подобие.* Подобие сходственных геометрических размеров модели и реального объекта:  $L_M = k V_H$ .

*Кинематическое подобие.* Подобие поля скоростей в сходственных сечениях натурального и модельного явлений:  $V_M = k V_H$ .

*Динамическое подобие.* Подобие сил, действующих в сходственных точках натурального и модельного явлений:  $F_M = k F_H$ .

Во всех случаях подобия должно соблюдаться равенство безразмерных комплексов, определяющих класс подобных явлений, а также начальных и граничных условий, выделяющих конкретное моделируемое явление из класса подобных.

С использованием анализа размерностей безразмерные комплексы могут быть получены двумя способами. Первый - из дифференциальных уравнений, описывающих исследуемое физическое явление, путём приведения его к безразмерному виду. Данный способ позволяет получить наиболее полный набор безразмерных комплексов, определяющих класс подобных явлений. Данный способ не всегда применим из-за отсутствия дифференциальных уравнений, полностью учитывающих все параметры, влияющие на исследуемое физическое явление. Второй способ получения безразмерных комплексов - применение  $\pi$ -теоремы, базирующейся на анализе размерностей параметров, описывающих исследуемое физическое явление.

Основное положение  $\pi$ -теоремы можно сформулировать следующим образом: "Количество безразмерных комплексов, определяющих класс подобных явлений, равно количеству параметров, описывающих исследуемое явление минус число основных размерностей этих параметров". Применение  $\pi$ -теоремы позволяет легко определить количество безразмерных комплексов, необходимых для моделирования исследуемого явления, что используется на практике.

### 3. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ СЕРТИФИКАЦИИ

Использование статистических методов контроля и анализа в процессе сертификации обусловлено всеобщим признанием этих инструментов в обеспечении качества продукции и услуг. К настоящему времени в промышленности накоплен большой опыт применения статистического контроля и регулирования качества продукции и технологических процессов. С учетом специфики сертификации он успешно применяется при сертификационных испытаниях, инспекционном контроле, аудитах элементов системы менеджмента качества, мероприятиях по осуществлению корректирующих воздействий.

Все методы статистического анализа, применяемые для целей сертификации, условно можно разделить на две группы. Первая группа - *методы статистического приемочного контроля*, которые используются для оценки соответствия продукции требованиям нормативной документации. Вторая группа - *методы статистического регулирования качества технологических процессов*, которые используются органами по сертификации и испытательными лабораториями для управления внутренними рабочими процедурами, а также на предприятиях при подготовке к сертификации систем менеджмента качества и производств.

Под статистическим приемочным контролем качества продукции понимают выборочный контроль, основанный на применении методов математической статистики для проверки соответствия качества продукции установленным требованиям. Основная идея такого контроля состоит в том, что о качестве контролируемой партии продукции судят по выборочным характеристикам, определяемым по малой выборке из этой партии. Различают приемочный контроль по качественному и количественному признакам. При контроле по качественному признаку каждую проверяемую единицу продукции относят к определенной группе, а последующее решение принимают в зависимости от соотношения чисел ее единиц, оказавшихся в разных группах. Обычно рассматривают лишь две группы (категории): годные и дефектные единицы продукции. В данном случае контроль называется альтернативным. При контроле по количественному признаку определяют значения одного или



нескольких параметров единиц продукции, а последующее решение принимают в зависимости от этих значений.

Для организации приемочного контроля необходимо задать контрольные нормативы, то есть критерии для принятия решения по результатам контроля (приемочное число, браковочное число), и решающие числа, то есть указания, предназначенные для принятия решений относительно приемки партии продукции по результатам ее контроля. Наибольшее распространение на практике получили три вида контроля:

- *одноступенчатый*- решение о принятии или забраковании партии продукции принимают по результатам контроля только одной выборки или пробы;
- *многоступенчатый*- решение о принятии или забраковании партии принимается на основании последовательных испытаний более 2 выборок или проб, причем максимальное их количество устанавливается заранее;
- *последовательный*- решение о принятии партии, забраковании или продолжении испытаний принимается после оценки каждой последовательно проверяемой единицы продукции (выборки или пробы).

Для контроля за состоянием технологических процессов на производстве используют *методы статистического регулирования*. Статистическое регулирование технологических процессов осуществляется с помощью следующих инструментов:

*Диаграмма Парето* применяется, когда требуется представить относительную важность всех проблем или условий с целью выбора отправной точки для решения проблем. Проследить за результатом или определить основную причину проблемы.

Диаграмма Парето – это особая форма вертикального столбчатого графика, которая помогает определить, какие имеются проблемы, и выбрать порядок их решения. Построение диаграммы Парето помогает привлечь внимание и усилия к действительно важным проблемам. Можно достичь большего, занимаясь самым высоким столбиком, не уделяя внимание меньшим столбикам (рис 3.1).

Причинно-следственная диаграмма применяется, когда требуется исследовать и изобразить все возможные причины определенных проблем или условий. Разработана, чтобы представить соотношение между следствием, результатом и всеми возможными

причинами, влияющими на них. Следствие, результат или проблема обычно обозначаются на правой стороне схемы, а главные воздействия или «причины» перечисляются на левой стороне (рис.3.2).

Диаграмма разброса применяется для исследования зависимости между двумя видами данных, например для анализа зависимости суммы выручки от числа обращений к продавцу; сопротивления удару от давления, при котором производилась обработка, и т.д. Так же как и метод расслоения, используется для выявления причинно-следственных связей показателей качества и влияющих факторов при анализе причинно-следственной диаграммы.

Диаграмма разброса (рассеяния) строится как график зависимости между двумя параметрами. Если на этом графике провести линию медианы, он позволяет легко определить, имеется ли между этими двумя параметрами корреляционная зависимость. Порядок построения: по горизонтальной оси откладываются измерения величин одной переменной, по вертикальной – другой. Вид типичной диаграммы рассеяния представлен на рис.3.3.

Гистограмма – позволяет оценить состояние качества. Представляет собой столбчатый график, построенный по полученным за определенный период (час, неделю, месяц) данным, которые разбиваются на несколько интервалов. Число данных, попавших в каждый из интервалов (частота), выражается высотой столбика (рис.3.4). Применяется главным образом для анализа значений измеренных параметров.

Полученная в результате анализа гистограммы информация может быть легко использована для построения и исследования причинно-следственной диаграммы, что повысит обоснованность мер, намеченных для улучшения процесса.



Рисунок 3.1. Диаграмма Парето

Контрольные карты используются в виде графиков, полученных в ходе технологического процесса, отражающих его динамику. Графики представляют собой временной ряд со статистически определенными верхней и нижней линиями, нанесенными на обе стороны от средней линии процесса. Они называются: «верхний контрольный предел» и «нижний контрольный предел» (рис.3.5). Эти пределы вычисляются по особым формулам с использованием отдельных замеров. Существуют два основных типа контрольных карт: для качественных признаков (годен – негоден) и для количественных признаков. Для качественных признаков возможны четыре вида контрольных карт: V-карта (число дефектов на единицу продукции), С-карта (число дефектов в выборке), Р-карта (доля дефектных изделий в выборке), (пр)-карта (число дефектных изделий в выборке).

Целями применения контрольных карт могут быть: выявление неуправляемого процесса, контроль за управляемым процессом, оценивание возможности процесса.

Необходимо иметь в виду, что процесс может быть в состоянии статистического регулирования и давать 100% брака. И, наоборот, может быть неуправляемым и давать продукцию, на 100% отвечающую техническим требованиям.



Рисунок 3.2. Причинно-следственная диаграмма

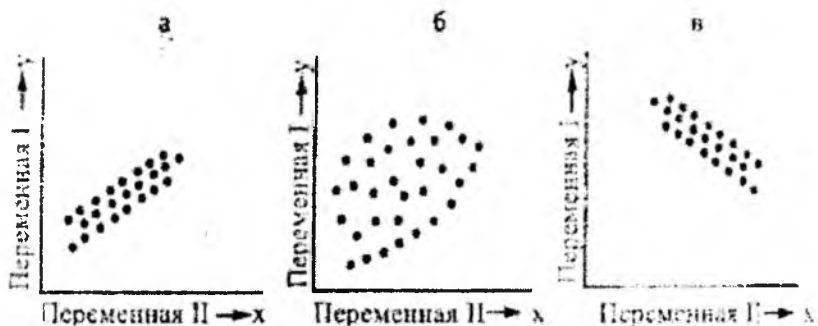


Рисунок 3.3. Диаграмма разброса (рассеяния): а – положительная взаимосвязь; б – нет взаимосвязи; в – отрицательная взаимосвязь

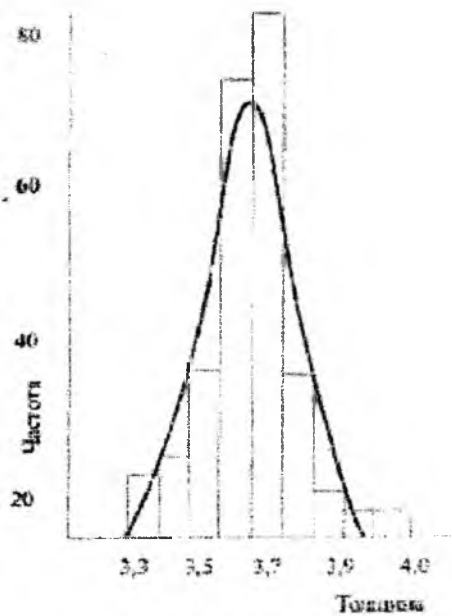


Рисунок 3.4. Гистограмма

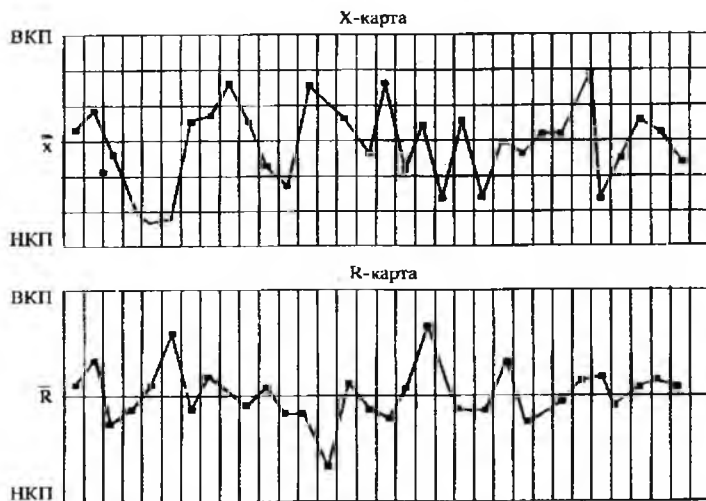


Рисунок 3.5. Контрольные карты

## 4. СЕРТИФИКАЦИЯ КАЧЕСТВА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

### 4.1 Особенности сертификации сложных технических систем

Сертификация сложных изделий отличается от традиционных подходов, применяемых при сертификации более простого оборудования.

Анализ отечественных и зарубежных процедур сертификации сложных технических систем (СТС) свидетельствует, что основная отличительная особенность зарубежной технологии их проектирования и создания заключается в сертификационной направленности всех видов работ (начиная с этапа эскизного проектирования), т.е., по существу, в реализации принципа «сквозной» сертификации, нашедшего широкое применение в мировой практике. Сертификация проводится с начала проектирования на всех этапах создания опытного изделия и включает значительные объемы моделирования и наземных лабораторно-стендовых испытаний на воздействие широкого спектра условий и факторов жизненного цикла изделия.

Реализация данного принципа (например в авиакосмической отрасли) способствует сокращению сроков доводки и летных испытаний ЛА. Такой подход к сертификации широкофюзеляжных самолетов Боинг-747, ОС-10 и L-1011 позволил провести летные испытания по доводке и сертификации всего за один год.

Для реализации этого принципа уже на этапе эскизного проектирования разрабатывается *программа сертификации*, которая охватывает все виды работ.

Программа «сквозной» сертификации должна включать создание моделей, стендов и других установок; разработку или уточнение методов исследований; проведение моделирования, лабораторных, стендовых и летных испытаний с оценкой соответствия ЛА требованиям НЛГ; разработку и реализацию технологии летных испытаний; оформление доказательной документации и таблиц соответствия, заключений НИИ и в завершение — представление материалов в Авиарегистр межгосударственного авиационного комитета (АР МАК) для получения сертификата летной годности.

Важнейшей процедурой реализации «сквозной» сертифика-

ции является *верификация*, которая в мировой практике находит все более широкое применение, главным образом, при проверке и оценке результатов проектно-конструкторских работ (выполняемых соответствующими конструкторскими подразделениями) на начальном этапе создания новой техники. Данная процедура является практически единственным способом подтверждения истинности и правильности принятых технических решений в условиях большой степени неопределенности, имеющей место на начальных этапах проектирования, когда еще нет изготовленных элементов проектируемых СТС и их испытания еще невозможны. Верификации подлежат вновь разработанные конструкции элементов СТС и процессы их функционирования, мероприятия по повышению качества изделий; оценка результатов реализации этих мероприятий.

По результатам верификации, по которым выявлены те или иные несоответствия, разрабатываются и реализуются *предупреждающие мероприятия*, охватывающие различные аспекты деятельности ОКБ, направленные на устранение выявленных при верификации несоответствий (дефектов конструкции и др.) и, тем самым, на повышение безопасности и надежности СТС. Для доказательства эффективности предупреждающих мероприятий они в свою очередь, также подвергаются процедурам верификации.

Документированные результаты верификации используются при завершающей сертификации изделий авиакосмической техники в качестве *доказательной документации* наряду с результатами наземных и летных испытаний, статистическими данными о качестве изготовления и эксплуатации изделий, результатами исследования отказов и оценкой эффективности мероприятий по повышению безопасности и надежности, разрабатываемых и реализуемых на последующих стадиях создания СТС.

К следующему этапу «сквозной» сертификации, проводимой на начальных этапах проектирования, можно отнести лабораторно-стендовые сертификационные испытания уже изготовленных образцов спроектированных агрегатов, механизмов, узлов и систем создаваемых СТС.

В настоящее время усиливается роль лабораторно-стендовой отработки (ЛСО) при реализации принципа «сквозной» сертификации изделий РКТ.

Суть предлагаемого подхода заключается в использовании для составления -матрицы выполнения требований результатов автономных и комплексных лабораторно - стендовых испытаний уже

изготовленных образцов спроектированных агрегатов, механизмов, узлов и систем создаваемых изделий. Следует отметить, что данный подход полностью коррелирует с Положением Федеральной системы сертификации космической техники (ФСС КТ), в соответствии с которым сертификационные испытания изделий РКТ, их систем и элементов, совмещаются с предусмотренными конструкторской и эксплуатационной документацией наземными испытаниями; летно-конструкторскими и зачетными летными испытаниями.

В связи с вышесказанным еще на начальном этапе создания изделия должны разрабатываться (с позиций гармонизации с международными нормами и требованиями) методики сертификационных испытаний изделий РКТ и экспериментально-испытательных средств (ЭИС), с помощью которых на этапе лабораторно-стендовой отработки (ЛСО) будет осуществляться заполнение значительного объема таблицы соответствия. Данная работа должна быть завершена к концу этапа разработки рабочей документации (РД) и входить в состав доказательной документации при экспертизе РД с целью формирования заключения о ее соответствии (по состоянию) в рамках положения ФСС КТ.

## 4.2. Нормы летной годности самолетов

*Международная организация гражданской авиации (ИКАО)*, одной из главных задач которой является обеспечение безопасности полетов, установила, что страны-члены ИКАО должны выдавать зарегистрированным у них самолетам, выполняющим международные рейсы, сертификат, гарантирующий их соответствие *нормам летной годности (НЛГ)* и установленный уровень безопасности. Это правило впоследствии было распространено и на самолеты, эксплуатируемые в пределах отдельной страны. Каждый вновь создаваемый гражданский самолет должен получить сертификат летной годности, после чего он может быть допущен к эксплуатации. *Сертификация самолета* — процесс оценки (контроля) соответствия самолета НЛГ. При этом предусматривается контроль сохранения летной годности в течение всего периода эксплуатации каждого самолета. Отечественный и зарубежный опыт свидетель-



ствуется, что сертификация гражданских самолетов является мощным средством достижения безопасности полетов. Это особенно важно для широкофюзеляжных самолетов, на борту которых могут находиться несколько сотен пассажиров.

Для обеспечения проведения сертификации самолета необходимо, чтобы к началу его проектирования были определены:

- НЛГ, применимые для данного типа самолета, и методы определения соответствия (МОС);
- система сертификации, включающая правила (порядок) контроля соответствия и определяющая организации, ответственные за проведение сертификации;
- программа работ по обеспечению соответствия самолета требованиям НЛГ и проведению сертификации, включая необходимые исследования, создание моделей, стендов и других установок, проведение моделирования лабораторных, стендовых и летных испытаний, составление таблиц соответствия и доказательной документации.

Безопасность полета — это комплексная характеристика авиационной транспортной системы, включающей самолет, экипаж, службы подготовки и обеспечения полета и службу управления воздушным движением. НЛГ определяют ту часть безопасности полета, которая обеспечивается самолетом и экипажем, пилотирующим самолет в соответствии с указаниями *Руководства по летной эксплуатации (РЛЭ)*.

Сравнительная оценка НЛГ стран с наиболее развитой авиационной промышленностью — России, США, Англии и Франции, свидетельствует о том, что они определяют практически одинаковый уровень летной годности гражданских самолетов. Наибольшим авторитетом среди зарубежных НЛГ пользуются нормы США (FAR) и европейские (JAR).

С 1990 г., в соответствии с решением Совета по нормам летной годности России, была начата работа по сближению НЛГ России с нормами США и Западной Европы по структуре и содержанию требований с учетом обеспечения конкурентоспособности отечественных воздушных судов.

Цель работы:

- повышение уровня безопасности полета;
- содействие экспорту отечественной авиатехники;

- упрощение процедур международного признания отечественных норм и их практического использования за рубежом;
- развитие возможностей международного сотрудничества по внедрению отечественного опыта нормирования и сертификации гражданских воздушных судов.

Разработаны *авиационные правила (АП)*, определяющие требования к летной годности, сертификации воздушных судов, защите окружающей среды от воздействия авиации. Нумерация раздела АП аналогична нумерации FAR.

АП21-Процедуры сертификации авиационной техники;

АП23- Нормы летной годности легких самолетов;

АП25-Нормы летной годности транспортных и тяжелых самолетов;

АП27-Нормы летной годности легких вертолетов;

АП29-Нормы летной годности тяжелых вертолетов;

АП31-Нормы летной годности дирижаблей и аэростатов;

АП33-Нормы летной годности двигателей.

Современные гражданские самолеты, особенно широкофюзеляжные, снабжены навигационно-пилотажными комплексами (НПК), решающими задачи автоматизированного управления, самолетовождения и посадки по II и III категориям ИКАО, что оказывает существенное влияние на уровень летной годности самолета. В связи с этим очень важным является вопрос о целесообразности коренного изменения в подходах к созданию норм и перехода от требований к разрозненным приборам или системам к требованиям летной годности НПК. Современные газотурбинные двигатели снабжены сложными средствами (системами) автоматического регулирования и контроля, значительно возросла степень двухконтурности, что также может служить предметом дальнейшего совершенствования НЛГ. Одним из основных типов магистральных самолетов становятся широкофюзеляжные самолеты с количеством пассажиров 300-500 человек. Повышение летной годности, а следовательно, и безопасности таких самолетов — задача чрезвычайно актуальная.

### 4.3. Системы сертификации авиационной техники

Система сертификации предусматривает постоянный (непрерывный) и поэтапный контроль соответствия вновь создаваемых самолетов требованиям НЛГ.

Для повышения безопасности полетов воздушных судов, обеспечения их качества и конкурентоспособности на мировом рынке, снижения вредного воздействия на окружающую среду, а также предотвращения поставок авиационного бортового оборудования низкого качества, признано целесообразным создание в Российской Федерации системы сертификации стандартизованных изделий (аппаратуры, агрегатов, узлов и комплектующих изделий) авиационной техники.

Для решения этих задач в научно-исследовательском институте стандартизации и унификации (НИИСУ) создан *центр сертификации стандартизованных изделий*, которому поручены:

- методическое и организационно-техническое обеспечение и проведение работ по сертификации стандартизованных изделий авиационной техники, гражданской продукции, товаров народного потребления и их производства;
- разработка комплекса нормативно-технических документов, определяющих нормы, методы, средства и порядок проведения сертификации изделий и производства в соответствии с международной практикой;
- оценка качества изделий, технологических процессов, оборудования и производства в целом на соответствие требованиям, предъявляемым к сертифицируемым изделиям и производству;
- проведение работ по сертификации изделий и производства, в том числе организация и участие в сертификационных испытаниях;
- содействие испытательным лабораториям (центрам) по их аккредитации в Государственной системе и зарубежных Органах на статус сертификационных лабораторий (центров).

Поэтапный контроль, в том числе по эскизному проекту, макету, на заводских, государственных (совместных государственных) и эксплуатационных испытаниях самолета возложен по линии

промышленности на Летно-испытательный институт (ЛИИ) — головной институт промышленности по сертификации, с участием других НИИ, ОКБ, а по линии Министерства гражданской авиации (МГА) — на Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации (ГосНИИГА). Авиационные правила предусматривают сертификацию самолета вместе с двигателем и оборудованием, и двигателя и оборудования — до установки на самолет.

Сертификация двигателя и оборудования в центрах до установки на самолет, а также контроль соответствия серийно выпускаемых самолетов, двигателей и оборудования возложены на изготовителя (разработчика) и представителя заказчика на данном предприятии. При этом перечень оборудования данного самолета, подлежащего сертификации, согласуется изготовителем самолета с Авиарегистром, ГосНИИГА и головным институтом промышленности по сертификации.

Сертификация самолета начинается с момента подачи в Авиарегистр Генеральным (Главным) конструктором соответствующей заявки. Основной документацией при сертификации создаваемых в России дозвуковых самолетов, включая широкофюзеляжные, являются действующие Авиационные правила, таблицы соответствия, доказательные материалы и сертификат (удостоверение) летной годности.

Действующая система сертификации предусматривает следующие разновидности сертификата летной годности:

- *свидетельство о годности изделия* (двигателя, оборудования и др.) – по результатам сертификации до установки на самолет;
- *временный сертификат летной годности* - по результатам заводских испытаний самолета вместе с двигателями и оборудованием, который дает право на проведение государственных и эксплуатационных испытаний, а также демонстрационных полетов;
- *сертификат летной годности типа ЛА*, который по результатам государственных (совместных) и эксплуатационных испытаний самолета вместе с двигателями и оборудованием дает право на эксплуатацию самолета данного типа;

- *удостоверение о годности самолета* к полетам, дающее право по результатам оценки соответствия на допуск данного экземпляра самолета в эксплуатацию;
- *отметка в формуляре* (паспорте) изделия (двигателя, оборудования и др.), которая по результатам оценки соответствия дает право на установку серийного изделия на самолет. Такие же отметки делаются и в формулярах конечной продукции — самолета или двигателя.

Международная практика сертификации в соответствии со стандартами по обеспечению качества ИСО серии 9000 требует от изготовителей дать не только определенные гарантии на соответствие уровня качества изделия, но и гарантии по стабильности качества «во времени и пространстве работы изделий на весь период их производства и эксплуатации, что невозможно осуществить без сертификации всей системы управления качеством, исходного сырья, полуфабрикатов, технологии.

В авиационной промышленности эта практика реализуется при сертификации:

- материалов (Всероссийский институт легких сплавов (ВИЛС), Всероссийский институт авиационных материалов (ВИАМ)) на основе так называемой системы СУПРОКАМ;
- комплектующих изделий (научно-исследовательский институт авиационного оборудования (НИИАО, НИИСУ);
- технологии и аттестации производства с учетом требований мирового рынка (научный институт авиационной техники (НИАТ), научно-исследовательский институт двигателей (НИИД), научно-исследовательский технологический институт (НИТИ));
- систем управления качеством продукции (НИИСУ);
- аттестации персонала сертификационных органов.

Все эти процессы взаимосвязаны.

В частности, система СУПРОКАМ является составной частью системы управления качеством изделий авиационной техники и обеспечивает высокое качество материалов и полуфабрикатов на стадии их создания, внедрения и серийного производства, а также разработку и внедрение прогрессивной технологии производства материалов и полуфабрикатов.

Сертификат на материал устанавливает гарантированный

уровень свойств и работоспособность материала в полуфабрикатах и элементах конструкций с учетом ресурса. В сертификате на материал указываются:

- статистически оцененные показатели механических и эксплуатационных свойств;
- область применения (в соответствии с условиями эксплуатации);
- уровень гарантированных свойств по техническим условиям полуфабрикатов, деталей, узлов и изделий по (ТУ);
- предельные параметры и условия обеспечения работоспособности материала на заданный ресурс в соответствии с условиями эксплуатации;
- основные условия конструирования и применения; методы контроля и нормы;
- влияние технологических факторов изготовления полуфабрикатов и деталей на свойства материалов и ремонтпригодность.

При оформлении сертификата необходимо согласование по уровню свойств с Центральным аэрогидродинамическим институтом (ЦАГИ), Центральным институтом авиационных моторов (ЦИАМ), ОКБ; технологичности – с ВИЛС, НИАТ, НИИД, НПО «Технология».

СУПРОКАМ предусматривает разработку паспорта, в котором указываются определяющие параметры качества, надежность, ресурс, технологичность, материало-, энерго-, трудоемкость, ремонтно- и контролепригодность, дефицитность, стабильность, бездефектность, степень прогресса (квоты превосходства).

Паспорт содержит: комплекс свойств и рекомендаций по применению; разрешение на опробование в опытном производстве.

При оформлении паспорта учитываются: физические параметры (15—20 параметров); механические параметры (200—270 параметров); технологические параметры (15—20 параметров); сравнительные данные с отечественными и зарубежными аналогами; область применения; виды полуфабрикатов.

При оформлении паспорта необходимо согласование по объему исследований и испытаний с ЦАГИ, ЦИАМ, ОКБ, ВИЛС.

Сертификат на технологический процесс изготовления особо ответственных узлов и деталей устанавливает гарантированный

уровень стабильности параметров технологического процесса, обеспечивающих заданные характеристики деталей и узлов, влияющих на работоспособность в пределах установленных сроков службы в ожидаемых условиях эксплуатации изделия, определенных по НЛГ.

В сертификате на технологический процесс (оборудование) указываются

- статистические оценки показателей механических и эксплуатационных свойств деталей и узлов; изготовленных по данной технологии;
- область применения и условия эксплуатации деталей и узлов;
- уровень гарантированных свойств по ТУ технологического оборудования в конкретных условиях эксплуатации;
- необходимые методы и нормы контроля конкретными средствами;
- влияние технологических факторов (переходов) изготовления на свойства продукции (технологическая наследственность и др.).

Таким образом, опережающая сертификация материалов, ПКИ, технологических процессов и оборудования, изделия (типа) позволяет на ранних этапах создания сложных уникальных изделий иметь достаточно широкую объективную информацию о качестве изделий перед их серийным производством, являясь предварительным этапом сертификации серийного производства в целом.

Отраслевая сертификация представляет собой действие, проводимое третьей стороной с целью подтверждения посредством сертификата (аттестата) соответствия изделия нормативам технического уровня и годности для установки на финишное изделие. В качестве третьей стороны выступают головные институты отрасли в соответствии с закрепленной за ними тематикой. Аттестация регулирует взаимоотношения между разработчиком комплектующих изделий, разработчиком финишного изделия и головными институтами отрасли в целях создания конкурентоспособной продукции.

#### 4.4. Аттестация комплектующих изделий

Аттестация комплектующих изделий включает:

- составление головным разработчиком перечня комплектующих изделий, подлежащих аттестации, а также заключение центральной головной организации по стандартизации комплектующих изделий, подлежащих аттестации;
- составление участниками аттестации плана-графика ее проведения, представление разработчиком комплектующих изделий главному институту документации подтверждающей соответствие разработанного изделия нормативам технического уровня, в сроки, предусмотренные планами-графиками. В состав документации включаются ТЗ, карта технического уровня, эскизный проект, технические условия, программы и методики испытаний, акты предварительных и межведомственных испытаний;
- выдачу разработчику комплектующего изделия временного аттестата (сертификата) годности для установки на финишное изделие при положительной оценке головным институтом представленной документации. При наличии испытательной базы в головном институте проводится проверка функционирования опытного образца в условиях комплексных воздействий;
- оценку разработчиком соответствия комплектующих изделий нормативам технического уровня по результатам государственных испытаний;
- выдачу разработчику комплектующего изделия постоянного сертификата (аттестата) по ИЛГ при положительных результатах летных государственных испытаний в эксплуатации.

Этот порядок работ внедрен в авиационной промышленности и апробирован на изделиях при создании современных авиалайнеров ТУ-204 и ИЛ-96.



#### **4.5. Особенности сертификации импортируемых комплектующих изделий**

В последнее время ряд самолетостроительных предприятий, а также организации, эксплуатирующие авиационную технику, устремляются на воздушные суда комплектующие изделия производства США, Франции и ряда других зарубежных государств.

Порядок одобрения определяется Авиарегистром Межгосударственного авиационного комитета импортирующих комплектующих изделий и оформляется в виде: свидетельства о годности комплектующего изделия; одобрительного письма.

*Свидетельство о годности* удостоверяет, что тип указанного изделия может быть установлен на воздушное судно и соответствует квалифицированному базису комплектующих изделий Авиарегистра. Одобрительное письмо оформляется на изделие, предназначенное для использования только на конкретном типе воздушного судна (как часть типовой конструкции).

Необходимым условием получения одобрения Авиарегистра - является наличие одобрения типовой конструкции комплектующего изделия авиационными властями страны-разработчика в соответствии с правилами и процедурами, признанными Авиарегистром приемлемыми. Для получения одобрения Авиарегистра разработчик комплектующего изделия направляет в Авиарегистр заявку с приложением следующих документов:

- декларации разработчика о конструкции и характеристиках изделия;
- описания, чертежей и другой документации;
- руководства по эксплуатации и техническому обслуживанию;
- одобрения авиационных властей страны-разработчика (для свидетельства о годности) или требования, соответствие которым должно быть одобрено Авиарегистром (для одобрительного письма).

После установки комплектующего изделия на воздушное судно проводятся наземные и/или летные испытания с целью подтверждения соответствия воздушного судна предъявляемым к нему требованиям.

Каждый экземпляр комплектующего изделия, устанавливаем-

мый на воздушное судно для проведения испытаний, должен иметь удостоверение авиационных властей страны-разработчика о соответствии требованиям конструкторской документации. Так, удостоверением экземпляра изделия, поставляемого из США, является одобрительный талон летной годности. Для обеспечения серийного производства воздушного судна формируется перечень комплектующих изделий, которые должны поступать изготовителю с удостоверением страны-разработчика, утвержденный разработчиком и изготовителем воздушного судна по согласованию с их независимой инспекцией и одобренный Авиарегистром.

#### **4.6. Программы и организация работ по сертификации**

Программы сертификации должны включать:

- создание моделей, стендов и других установок;
- разработку или уточнение методов исследований и проведение моделирования;
- лабораторные, стендовые и летные испытания с оценкой соответствия самолета требованиям НЛГС;
- оформление доказательной документации и таблиц соответствия;
- оформление заключений НИИ, и в завершение — представление материалов в Авиарегистр для получения сертификата летной годности.

Как уже отмечалось, значительный, а может и основной объем работ по сертификации связан с моделированием и стендовыми исследованиями. В связи с этим, как показывает зарубежный и отечественный опыт, еще на этапе эскизного проекта желательно начать работы по созданию моделирующей и стендовой базы с таким расчетом, чтобы в период постройки самолета были бы получены достаточные сведения, в частности, характеристики систем самолета, необходимые для обеспечения и подтверждения соответствия самолета требованиям НЛГС на соответствующем этапе создания.

Этап рассмотрения макета самолета с точки зрения соответствия НЛГС играет очень важную роль, так как позволяет достаточно полно оценить ряд требований, связанных с компоновкой. Так, на макете обычно оценивается соответствие требованиям НЛГС кабины экипажа, компоновка и состав приборной доски.

расположение и конструктивное выполнение рычагов управления, кресел летчиков и других членов экипажа, сигнализации и т.д.

На этапе сборки самолета, в процессе моделирования и стендовых испытаний можно проконтролировать большое количество требований НЛГС. Параллельно с этим представляется возможным предусмотреть основные работы по сертификации двигателей и оборудования до их установки на самолет с оформлением свидетельств о летной годности изделия.

Опережающая сертификация двигателей и оборудования должна быть завершена к началу сертификации самолета на этапе заводских летных испытаний с представлением Генеральному (Главному) конструктору свидетельства об их годности.

Программа заводских летных испытаний должна отражать все виды испытаний, предусмотренных соответствующими требованиями НЛГС. При этом составляется комплексная программа, включающая определение летных и взлетно-посадочных характеристик, оценку устойчивости и управляемости, определение предельных с точки зрения прочности режимов, характеристики систем самолета, характеристики маршрутных полетов по трассам гражданской авиации с общей оценкой характеристик самолета, навигационно-пилотажного и радиотехнического оборудования, систем кондиционирования и др. Наряду с этим разрабатывается и ряд специальных программ по оценке: поведения самолета на больших углах атаки и сваливания; общих требований летной годности; силовой установки; противообледенительной системы; навигационно-пилотажного оборудования и др.

По результатам заводских испытаний уточняется сводная таблица соответствия, оформляется акт по проведенным испытаниям, включающий летную оценку экипажа и устанавливающий соответствие самолета требованиям НЛГС.

На основании указанных документов и обобщения материалов и заключений НИИ по предыдущим этапам сертификации (при наличии свидетельств летной годности на двигатели и оборудование самолета) головной НИИ оформляет общее заключение о соответствии самолета (вместе с его двигателями и оборудованием) требованиям НЛГС для получения временного сертификата летной годности. Это заключение включает оценку соответствия самолета требованиям НЛГС (за исключением разделов, относящихся к экс-

платационным испытаниям самолета), в нем отмечаются пункты, по которым установлено не полное, а эквивалентное соответствие.

Госавианадзор на основании таблицы соответствия, акта заводских испытаний, общего заключения о соответствии самолета требованиям НЛГС и других материалов решает вопрос о выдаче временного сертификата летной годности.

Важную роль в сертификации играют эксплуатационные испытания, так как на этом этапе представляется возможность подтвердить соответствие тем требованиям, которые должны оцениваться в условиях, максимально приближенных к реальной эксплуатации на земле и в полете, в том числе, при наличии на борту пассажиров, что особенно важно для широкофюзеляжных самолетов.

Выдачей Государственным авиационным регистром сертификата летной годности решается вопрос о допуске самолетов данного типа к эксплуатации с точки зрения его летной годности. Этим заканчивается процесс сертификации самолета.

#### **4.7. Особенности летных испытаний**

Основные *особенности* проведения *летных испытаний* состоят в следующем:

- основной акцент ставится на крайние режимы по безопасности и надежности для максимального «открытия» областей безопасной эксплуатации и подтверждения расчетных данных (в первую очередь, большие углы, флаттер, посадка на больших углах, обледенение и др.)
- по требованиям РАА (Федеральные авиационные власти США) и покупателей проводится демонстрация фактических запасов по надежности, прочности и безопасности (экстренное торможение на взлете, покидание пассажирами аварийного самолета и др.) по сравнению с расчетными нормами;
- наземные демонстрации эксплуатационной технологичности проводятся с хронометражем операции;
- резко сокращено время летных испытаний (до 9-11 месяцев) с одновременным повышением их качества;

- Сокращение времени летных испытаний осуществляется за счёт:
- проведения основного объема испытаний (80%) в наземных условиях, максимально приближенных к эксплуатационным, и, самое важное, сертификации по их результатам;
- организации, планирования и управления летными испытаниями как части комплексной программы производства самолетов в целях повышения экономической эффективности разработки в целом;
- одновременного использования нескольких самолетов (до 5) с четким разделением целей и объемов испытаний по каждому;
- использования нескольких аэродромов с различными климатическими условиями (при интенсивном налете каждого самолета 35-40 летных часов в месяц);
- интенсивного (с циклом 3—4 месяца) подключения к испытаниям серийных самолетов, участвующих в испытаниях;
- комплексирования, насыщенности и целенаправленности программ летных испытаний; обеспечивающих их эффективность и качество;
- четкой методологической направленности программ и подчиненности задачам сертификации по нормам PAA (30%) (из примерно 1500 полетов — 300 зачетных для подтверждения требований по нормам PAA);
- установки мощного автоматизированного экспериментального оборудования на борту самолетов для получения информационного массива данных и его отработки на борту в реальном масштабе времени;
- сопровождающего моделирования полета на земле в реальном масштабе времени;
- широкой автоматизации регистрации и обработки данных, как на земле, так и в полете, позволяющей иметь через 3 часа после полета полную информацию о результатах использования быстродействующих ЭВМ и дисплейных станций в режиме диалога «борт—земля», радио- и телекоммуникаций;

- умелого использования сопутствующих факторов (раннее подключение к наземным испытаниям летчиков-испытателей, благоприятные климатические условия, высокоавтоматизированная система управления воздушным движением и др.).

Сертификационные центры и организации, принимающие участие в сертификационных работах, начиная с проведения этапа макета типа авиационной техники, оформления соответствующих материалов, доказательной документации и заключений по результатам указанных испытаний и проверок, определяются «Авиарегистром» с учетом предложений заявителя.

Независимая инспекция (военная приемка) в организациях разработчика и на предприятиях-изготовителях осуществляет контроль за соблюдением процедур сертификации, согласование результатов сертификационных работ, контроль качества производства авиационной техники и соответствие рабочей конструкторской документации стандартам, приемку экземпляров этой техники в качестве готовой продукции и выдачу на них сертификатов летной годности или других равнозначных им документов.

Каждый образец авиационной техники сертифицируется вместе с его эксплуатационной документацией.

Разработчик обязан иметь в своей организации службу сертификации, которая имеет Положение, утвержденное разработчиком, подчиняется непосредственно руководителю организации и координирует все сертификационные работы.

Основное требование к сертифицируемому производству - обеспечение потребителю гарантии в том, что заявленное (затребованное) качество продукции (услуги) будет обеспечено. Это возможно достичь, только обеспечив синхронную работу всех звеньев предприятия на единой технической, технологической, экономической, социальной и организационной основе и мотивированное, осознанное повышение творческой активности каждого исполнителя, что гарантирует необходимый уровень качества на всех этапах жизненного цикла изделия.

Основной работы в авиационной промышленности по обеспечению высокого качества, надежности, ресурса выпускаемой техники всегда являлась комплексная система, охватывающая все этапы жизненного цикла изделий. Она охватывает следующие основ-

## ные направления:

- формирование базы данных исходной информации на основе многостороннего и точного определения потребностей для достижения максимального соответствия качества продукции требованиям конкретного потребителя;
- организацию взаимосвязи служб маркетинга и конструкторских служб по жесткому и оперативному учету требований рынка в конструкторских разработках;
- дальнейшее развитие превентивного контроля и введение технологических процессов в управляемые условия;
- построение подсистемы регулирования точности и стабильности производственных процессов внутри дивизионной структуры производства;
- формирование системы взаимоотношений с поставщиками в области гармонизации систем качества и обеспечения выходного уровня качества полуфабрикатов и комплектующих изделий требованиям эксплуатируемого самолета;
- развитие оптимизации контрольных точек по технологическому процессу;
- дальнейшее совершенствование базы контрольно-измерительной аппаратуры, испытательного оборудования, методов и средств проведения контрольных операций;
- углубление подсистемы идентификации и прослеживаемости продукции в ходе производства;
- развитие статистического контроля, максимальное внедрение объективных неразрушающих методов контроля;
- разработка подсистемы анализа состояния социально-психологического климата и оценка уровня отношений исполнителя к вопросам обеспечения качества;
- развитие функционально-организационной структуры, социально-психологической поддержки обеспечения качества;
- стажировка специалистов службы качества на ведущих фирмах авиастроения;
- создание сети фирменного обслуживания (сервисной службы, центров обслуживания и ремонта и т.п.);

- аккредитация заводских лабораторий на право проведения основных видов испытаний;
- сертификация системы качества в соответствии с американскими требованиями РАК, европейскими требованиями JAR для летательных аппаратов, международными стандартами ИСО 9000 для иной машиностроительной продукции;
- создание системы социально-экономической мотивации обеспечения высокого качества всеми сотрудниками предприятия, формирование долгосрочных мотивационных программ с учетом синтеза антропогенных систем.

#### **4.8. Содержание Правил сертификации**

В Правилах сертификации авиационной техники излагаются:

- процедуры, выполнение которых необходимо для выдачи документов, удостоверяющих летную годность авиационной техники;
- процедуры, устанавливающие взаимоотношения организаций, участвующих в сертификации авиационной техники.

Правила обязательны для юридических и физических лиц, создающих и эксплуатирующих гражданские воздушные суда и их компоненты.

Правила не отменяют действие документов, выданных в установленном порядке и удостоверяющих летную годность воздушных судов и их компонентов, которые были допущены к эксплуатации в гражданской авиации государств-учредителей до даты введения в действие настоящих Правил.

Единообразное применение и однозначное толкование требований к образцу авиационной техники, включенных в его сертификационный базис, являются необходимым условием обеспечения его сертификации.

Окончательное решение по разногласиям в толковании настоящих Правил сертификации, других Авиационных правил, принятых Советом по авиации и использованию воздушного пространства, и сертификационных базисов, утвержденных Авиарегистром, принимает Авиарегистр.

Отступления от требований к летной годности образца, вклю-



ченных в его сертификационный базис, могут признаваться Авиарегистром приемлемыми, если эти отступления компенсируются мерами, обеспечивающими уровень летной годности, эквивалентный уровню, установленному действующими Авиационными правилами (нормами летной годности).

Соответствие образца авиационной техники и его компонентов требованиям сертификационного базиса устанавливается на основании результатов сертификационных работ:

- расчетов, моделирования;
- анализа опыта эксплуатации образца или его прототипов и сертификационных (лабораторных, стендовых, наземных и летных) испытаний образца.

Сертификационные работы проводятся в соответствии с действующими методами определения соответствия или методами, разработанными организациями и предприятиями, проводящими сертификационные работы.

Указанные методы подлежат одобрению Авиарегистром и включаются в программы сертификационных работ.

Сертификационные работы проводятся под руководством и контролем Авиарегистра. Авиарегистр имеет право приостанавливать переход к следующему этапу сертификации, если не достигнуты цели предыдущего этапа.

Окончательное решение о соответствии образца авиационной техники требованиям к летной годности и охране окружающей среды принимает Авиарегистр.

Авиарегистр может потребовать от участников сертификационных работ представления ему любых материалов, подтверждающих соответствие авиационной техники требованиям сертификационного (квалификационного) базиса и необходимых для принятия указанного решения.

Если тип авиационной техники создается по государственному заказу (финансирование из средств государственного бюджета), то порядок взаимодействия Авиарегистра с органами государственного регулирования авиационной промышленности и гражданской авиации на этапе макета и в процессе сертификационных работ определяется совместным решением указанных органов и Авиарегистра.

Сертификация образца авиационной техники проводится в

несколько этапов:

- подача заявки в «Авиарегистр» Международного авиационного комитета (МАК) на получение сертификата типа;
- разработка сертификационного базиса образца и утверждение его «Авиарегистром»;
- проведение этапа макета образца вместе с его компонентами;
- сертификационные заводские испытания образца - этап Заявителя; сертификационные контрольные испытания - этап «Авиарегистра»;
- анализ результатов сертификации, принятие решения и выдача «Авиарегистром» сертификата типа на образец.

Сертификационные работы проводятся группами экспертов, в состав которых входят специалисты «Авиарегистра» и сертификационных центров.

## 5. ФЕДЕРАЛЬНАЯ СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ НАУЧНОГО И НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ФСС КТ предназначена для проведения как обязательной, так и добровольной сертификации изделий РКТ в соответствии с законами РФ «О сертификации Продукции и услуг», «О космической деятельности» и «Положение о Российском авиакосмическом агентстве».

ФСС КТ распространяется на следующие объекты:

- космическую технику, включая космические объекты, наземные и иные объекты космической инфраструктуры научного и народнохозяйственного назначения и их составные части (создаваемые вновь и модифицированные, а также находящиеся в серийном производстве и эксплуатации), космические услуги;
- оборудование, применяемое при создании и использовании космической техники;
- импортируемые компоненты РКТ;
- модели РКТ зарубежного производства, предназначенные для выведения на орбиту с помощью российских ракет-носителей и размещенные на российских космических аппаратах, импортируемые компоненты РКТ;
- разработку, испытания, производство, эксплуатацию и утилизацию РКТ;
- системы качества и производства РКТ, экспертов-аудиторов;
- испытательные лаборатории (центры);
- Сертификация РКТ осуществляется в целях:
- подтверждения соответствия ракетно-космических комплексов, их составных частей и услуг в области космической деятельности предъявляемым требованиям в случаях, предусмотренных законодательством РФ;
- создания условий для коммерциализации космической деятельности в РФ;
- создания благоприятных условий для страхования космической техники;

- защиты потребителя космической техники от поставки недоброкачественных изделий РКТ;
- контроля безопасности космической техники для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества.

Системой сертификации РКТ решаются следующие основные задачи:

- сертификация изделий РКТ, процессов и услуг в области космической деятельности;
- сертификация систем качества РКТ;
- оформление сертификатов на образцы РКТ по завершению процедуры сертификации;
- аккредитация сертифицируемых органов (лабораторий);
- аттестация экспертов — аудиторов системы сертификации РКТ;
- проведение работ по признанию сертификатов РКТ, выданных Органами по сертификации, не являющимися членами ФСС КТ;
- формирование банка данных ФСС КТ и обеспечение функционирования системы информации в области сертификации РКТ.
- надзор за качеством сертифицированной продукции;
- надзор за сертифицированными системами качества производства;
- инспекционный контроль за деятельностью сертификационных органов, испытательных центров (лабораторий);
- разработка и совершенствование нормативно-технической и методической документации по сертификации РКТ, процессов и услуг в области космической деятельности;
- создание и ведение реестра ФСС КТ;
- рассмотрение апелляций по результатам аккредитации, аттестации и сертификации.

В основу работы системы сертификации РКТ положены следующие положения:

- организация ФСС КТ и управление ею Российским космическим агентством;
- контроль за деятельностью системы со стороны Росавиакосмоса и Госстандарта России;

- соблюдение и независимость органов сертификации, аккредитованных при ФСС КТ в установленном порядке от заказчиков и изготовителей;
- взаимодействие ФСС КТ с другими национальными, зарубежными и международными системами;
- максимальная преемственность системы сертификации и системы научно-технической экспертизы, действующей в ракетно-космической промышленности;
- максимальное использование имеющегося потенциала (экспериментальной базы, научно-технических кадров, научно-методического и нормативного обеспечения, информационной базы, системы технологического обеспечения создания и производства РКТ);
- соответствие РКТ требованиям НД на всех этапах эксплуатации изделий;
- наличие как обязательной, так и добровольной сертификации изделий РКТ;

*Обязательная сертификация* проводится: в случаях, установленных законодательством РФ, нормативно-технической документацией, договором на НИОКР; при лицензировании космической деятельности Росавиакосмоса.

*Добровольная сертификация* проводится по заявке поставщика или потребителя РКТ.

Схема обязательной сертификации РКТ предусматривает оценку результатов испытаний изделий, системы качества, аттестацию производства и надзор за качеством РКТ в процессе ее производства и эксплуатации.

Схема добровольной сертификации определяется по согласованию между сертификационным центром и заявителем.

В системе сертификации РКТ выдаются:

-сертификат технической годности экземпляра РКТ и его комплектующих систем к проведению летных испытаний или решению целевых задач в космическом пространстве;

- сертификат типа РКТ, подтверждающий годность изделия аттестуемого типа и его комплектующих систем к летной эксплуатации;
- сертификат на систему качества при создании и производстве изделий РКТ, их систем и комплектующих элементов

или аттестат производства при сертификации производства независимо от сертификации изделия;

- сертификат годности типа (экземпляра) изделия РКТ на изделия, находящиеся в серийном производстве и эксплуатации, не имеющие сертификатов.

Органом государственного управления ФСС КТ является Росавиакосмос, который:

- организует обязательную сертификацию РКТ;
- осуществляет государственное субсидирование работ по созданию и развитию ФСС КТ;
- разрешает выдачу сертификатов соответствия на РКТ научного и народно-хозяйственного значения, процессы и услуги в области космической деятельности;
- принимает решение о прекращении или приостановке действия сертификатов;
- заключает международные соглашения.

*Центр сертификации КТ (ЦС КТ)* входит в ФСС КТ, работает под научно-методическим руководством Росавиакосмоса и его институтов, организует и осуществляет сертификацию РКТ и ее составных частей.

ЦС КТ имеет статус юридического лица, является независимым от поставщиков и потребителей продукции РКТ, процессов и услуг в области космической деятельности, подвергаемых сертификации ЦС КТ, аккредитуется Росавиакосмосом в ФСС КТ в соответствии с правилами и процедурами, установленными системой.

На основе лицензионного соглашения с Росавиакосмосом ЦС КТ проводит сертификацию изделий, процессов и услуг в области РКТ и космической деятельности, оформление сертификатов, работы по аккредитации органов по сертификации испытательных центров и лабораторий, аттестации экспертов-аудиторов.

В рамках ФСС КТ создаются *органы по сертификации*:

- функциональных систем изделий РКТ (ракетных блоков, двигательных установок, систем электропитания, систем телеизмерений, систем управления, стыковочных устройств, радиотехнических бортовых систем, заправочных систем и пр.);
- систем качества при разработке и производстве РКТ;
- метрологического обеспечения производства РКТ;

- прочности, аэрогазодинамики, динамики ракет-носителей,
- разгонных блоков и космических аппаратов, тепловых режимов и материалов;
- оборудования, используемого при испытаниях и производстве изделий РКТ;
- другие органы, необходимые для проведения всесторонней и объективной оценки соответствия изделий РКТ и элементов космической инфраструктуры предъявляемым требованиям (например органы по сертификации услуг, предоставляемых в процессе космической деятельности).

Органы по сертификации имеют статус юридического лица, аккредитуются в ФСС КТ и выполняют практические процедуры сертификации конкретных видов изделий РКТ, процессов и услуг. Работа органов по сертификации координируется и направляется центром сертификации

Основой организационной структуры ОС СК является группа штатных экспертов-аудиторов по сертификации систем качества. В компетенцию экспертов-аудиторов входит:

- организация рабочих групп по сертификации систем качества предприятия;
- руководство процессом сертификации на предприятии, выполнение функций руководителя рабочей группы — главного эксперта-аудитора;
- разработка заключений и предложений по результатам сертификации, а также нормативной и методической документации по сертификации систем качества;
- инспектирование сертифицированных систем качества;

*Научно-технический совет* (НТС) является совещательным органом и формируется Генеральным директором из ведущих специалистов по сертификации систем качества, и обеспечению качества РКТ.

В компетенцию НТС входит:

- определение состава организаций и специалистов, в том числе зарубежных, привлекаемых для проведения сертификации систем качества;
- рассмотрение деятельности органов по сертификации систем качества, аккредитованных в ФСС КТ.

*Испытательные центры (лаборатории)* — аккредитованные в ФСС КТ предприятия, учреждения и организации — проводят испытания РКТ, имеющие статус сертификационных, т.е. такие испытания, результаты которых могут быть использованы при сертификации РКТ в соответствии с правилами и процедурами

Для учета объектов, участников работ и документов по сертификации, организации системного информационного обслуживания работ по проведению технической политики и управления сертификации продукции Росавиакосмосом ведется *Реестр* ФСС КТ.

Сертификаты имеют юридическую силу только при наличии регистрационного номера Реестра. В реестр включаются: сертифицированная продукция (услуга), сертифицированные системы качества, аттестованные производства, аккредитованные органы по сертификации конкретных видов продукции (услуг), систем качества и аттестации производств, аккредитованные испытательные центры, аттестованные эксперты-аудиторы, документы, устанавливающие порядок сертификации конкретных видов продукции, решение о признании сертификатов на продукцию, поставляемую для комплектации РКТ и сертифицированную в других системах, решение о признании в ФСС КТ знаков соответствия.



## **6. ПРОБЛЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ РОССИЙСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

В самой общей классификации летательные аппараты делятся на:

- атмосферные; использующие атмосферу как рабочую среду функционирования и источник получения окислителя из кислорода воздуха; к ним относятся самолеты, вертолеты, экранопланы и прочие аппараты;

- ракетные или ракетно-космические; использующие и атмосферу, и космическую (безвоздушную) среду для функционирования; к ним относятся все виды ракет, ракеты-носители, авиационно-космические самолеты, разгонные блоки, космические аппараты и станции.

Это принципиальное различие накладывает свой отпечаток прежде всего на облик ЛА: его конструктивно-компоновочную схему, принципы и органы функционирования, управления, использования и т.д. Следовательно, и комплексы различных блоков требований могут различаться принципиально, хотя определенная часть требований может иметь и общие черты.

### **6.1. Проблемы атмосферных летательных аппаратов**

Все советские, а затем российские атмосферные ЛА в XX веке имели ряд положительных качеств, иногда превосходящих все зарубежные аналоги:

- эстетичные внешний вид и компоновку, сочетавшиеся с совершенными аэродинамическими характеристиками;

- целесообразность технического исполнения, надежность и живучесть конструктивных узлов, агрегатов и исполнительных органов;

- многофункциональность возможного применения и быстрая трансформация аппарата к новым требованиям; и т.д.

Однако, реализация в первоначальном облике ЛА всех требований военного Заказчика впоследствии приводила к тому, что диверсификация производства (т.е. выпуск и военной и гражданской продукции одновременно) приводила к таким результатам:

- невозможности в полной мере реализации требований к гражданской продукции;
- невозможности оптимизации конструктивно-компоновочной схемы по требованиям гражданской продукции;
- многочисленным проблемам по встраиванию в состав имеющейся конструкции дополнительных систем по требованиям к гражданской продукции;
- необходимости замены ряда основных комплектующих систем, вплоть до двигателей, в связи с появлением дополнительных экологических и гуманитарных требований к летательным аппаратам;
- невозможности существенного улучшения экономической эффективности использования ЛА в гражданской сфере.

Если конкретизировать эти положения, то целесообразно проанализировать проблемы продажи отечественных самолетов на международных рынках.

- токсичность выхлопов из двигателей. Районы Земли, где расположены международные аэропорты, находятся рядом с мегаполисами, население которых - десятки миллионов человек. И в XXI веке они больше не хотят дышать воздухом, отравленным в том числе и теми токсинами, которые содержатся в продуктах выхлопов из двигателей летательных аппаратов. В связи с этим выдвинуты требования по предельным нормам их содержания в Европе и США.

Проблема связана с реализацией таких технических разработок:

- полнота сгорания топлива, обеспеченная оптимальной двухконтурностью, что требует солидной экспериментальной отработки и достаточно большого финансирования;
- топливная эффективность, обеспечивающая расход минимум топлива на создание единицы тяги.

После 1992 года, когда была согласована статья III ИКАО, для предприятий-изготовителей и конструкторских бюро наступила черная полоса обвального сокращения программ выпуска, ухода наиболее активной части ИТР и квалифицированных рабочих в другие сферы деятельности с более высоким уровнем оплаты. На реализацию новых требований не было ни людских, ни материальных ресурсов. Практически к 2002 году не появилось в России ни

одного двигателя новой разработки, которые соответствовали бы не только требованиям III-ей, но и в перспективе IV главы ИКАО. Большинству российских самолетов запретили полеты в Европу. Исключения составляют самолеты с двигателем ПС-90А (А2) - Ил-76МФ, Ил-96-300 и Ту-204, кстати, не соответствующие требованиям главы IV ИКАО.

-Ресурс и шумность работы двигателя

Обычно по старым советским нормам планер атмосферных ЛА рассчитывался на 30 тысяч часов полета. Стало быть, эта норма при трансформировании военного самолета в гражданский сохранялась.

Совсем другое дело - двигатель. В 1960-70-х годах двигатели для истребителей имели ресурс порядка 200-500 часов с регламентными работами через 25 часов полета и капитальными ремонтами через каждую сотню часов. Чуть больше - 1000 - 3000 часов - имели двигатели бомбовозов и транспортных самолетов.

Этот ресурс, перейдя на гражданскую продукцию, стал головной болью техников. 10 комплектов двигателей менялось за срок службы самолета. А у заклятых друзей для гражданских самолетов сразу была установлена норма не менее 10-15 тысяч часов. Всего одна замена за срок службы самолета. По последней информации фирмой Пратт энд Уитни (PW) обрабатывается двигатель на 40 тысяч часов полета, естественно, под ресурс планера порядка такой же величины. По инструкции на двигатели гражданских самолетов первые 2-3 тысячи часов полета гарантируется работа без копания в двигателе. Только по этой причине Боинги и Эйрбасы 85% времени своего жизненного цикла летают, и только 15% стоят на земле на регламентных или ремонтных работах. Наши - 45% и 55%.

-Низкие эксплуатационные качества, экономичность, отсутствие многих систем безопасности

Не только ресурсы двигателей, но и многих других составляющих конструкции наших ЛА имеют низкие ресурсы, перешедшие из военных требований к конструкции и комплектующим. Замшелая электроника, отсутствие многих новинок, которые были разработаны в течение 20 лет, пока мы <перестраивались> и мучительно соображали, что нам надо и чего не надо, привело к тому, что многие системы, которые теперь успешно эксплуатируются на

зарубежной гражданской технике. Россия вынуждена покупать, ввиду отсутствия собственных разработок. Много проблем и по наземной службе, по обслуживающему персоналу и т.д. Как следствие - тот результат, который отмечен выше. Больше стоим, чем летаем.

Это приводит вроде бы к парадоксу. Перевозчикам выгоднее покупать более дорогой импортный самолет, чем отечественный. Он быстрее себя окупает за счет того, что больше летает. Он сертифицирован по международным требованиям и на нем можно лететь в любую страну, тогда как отечественный придется дорабатывать в плане установки новых систем.

- Факт преимущества модификаций и модернизаций

Во времена СССР со стандартизацией и унификацией у нас вроде бы все было в порядке. А вот переучивание летного состава с одного типа самолета на другой этого вроде как и не касалось. Однако, если сравнить цикл перехода летного состава с одного типа самолета на другой, если этот другой разработан той же фирмой, то на Западе он составлял около месяца, а в России - более полугодя. Весь секрет оказался в максимальной унификации всех систем, а особенно кабины. На всех самолетах одного семейства расположение приборов в кабине максимально унифицировано. На одном и том же месте стоят те же самые ручки управления, сектор газа, те же циферблаты приборов, тумблеры включения каждой системы. Практически изучается только состав вновь появившихся систем и место расположения управляющих ими средств, но не на том месте, где традиционно сохранились средства управления заимствованных с прототипа систем. По подсчетам американцев подготовка каждого летчика обходится примерно в \$ 5 млн. Не стоит добавлять к этой сумме затраты еще на полугодовую переподготовку на новый тип самолета этой же фирмы, если за счет унификации его можно сократить до 1 месяца. Кроме того, уменьшается риск человеческого фактора от возможного перепутывания управляющих средств в полете, что может повлечь нежелательные последствия вплоть до аварии или катастрофы. И экономия, и уменьшение риска, и забота о перевозимых пассажирах. Очень сильные конкуренты у российских производителей атмосферных ЛА, особенно гражданских самолетов, в США и в Европе.

## 6.2. Проблемы изделий ракетно-космической техники

Существует международное соглашение о нераспространении ракетных технологий, означающее, что нельзя продавать любым странам технологии производства ракет, особенно военного назначения. Сами ракеты продать можно. Можно предоставлять услуги по выводу космических аппаратов на рабочие орбиты искусственного спутника Земли. Кроме того, имеется соглашение об использовании продукции космических аппаратов для других стран (использование информации, передающейся спутником, использование космического аппарата для телерадиовещания, обеспечения контрольного наблюдения за наземными коммуникациями, за движением транспортных средств, перемещением грузов, передачи результатов исследования природных ресурсов, картографии местности и т.д).

В настоящее время наблюдается практика двусторонних соглашений об организации полигонов для запусков ракет-носителей с территории другой страны при условии, что наземную структуру создает страна-пользователь, а страна предоставления территории может иметь льготные условия для запусков с этих полигонов космических аппаратов собственной разработки.

Следует отметить, что многие договора нарушаются, особенно США, у которых во многих вопросах практикуются двойные стандарты: чего нельзя другим, то мне, иногда, и по моему желанию, - можно.

Тем не менее, внутри страны должны быть, пусть секретные, но какие-то требования, которым должны удовлетворять изделия РКТ. Такие требования содержались в Положении РК - 98 и внутренних ОСТах и СТП.

Принципиальные моменты таких требований заключаются в следующем:

- изделие должно обеспечить доставку заданной массы полезного груза на рабочую орбиту;

- в точке рабочей орбиты, куда доставлен полезный груз, должна быть обеспечена конфигурация орбиты движения (круг, эллипс, парабола, гипербола), орбитальная скорость по компонентным составляющим ( $V_x$ ,  $V_y$ ,  $V_z$ );

- в этой же точке должны быть обеспечены допустимые от-

клонения от параметров орбиты: по высоте над Землей  $+H$ , по наклонению орбиты  $+i$  (угол между плоскостью орбиты и плоскостью экватора), по долготе восходящего узла (угол, расположенный в плоскости экватора, и отсчитываемый от направления на точку весеннего равноденствия до линии пересечения плоскости орбиты с плоскостью экватора);

- в этой же точке должны быть обеспечены отклонения от параметров вида орбиты ( $+r = +H$  - высоты для круговой орбиты,  $+e$  - отклонение от эксцентриситета параболических и гиперболических орбит);

- изделие должно обеспечивать заданное время подготовки к пуску: для боевых ракет оно исчисляется секундами, что обуславливает применение топлива типа пары АТ + НДМГ; для ракет-носителей из I-ой стадии готовности - порядка 4 - 8 часов, что делает возможным применение нетоксичных высокоэнергетичных видов топлива типа пары  $O_2 + H_2$ ,  $O_2 + PGI$  и других;

- для боевых ракет основными параметрами является дальность полета до целевой точки на поверхности Земли и радиальное круговое отклонение от попадания в эту точку  $+r$ . Для управляемых боевых ракет тактического действия это отклонение практически сведено к нулю. Израильская армия использует ракеты, попадающие в нужное окно. Американцы используют такие же ракеты для разрушения конкретного здания на территории любого предприятия. Ошибка, которую они совершили, когда попали в окно китайского посольства в Белграде, вызвана была тем, что при вводе программы в систему управления это окно просто перепутали с нужным. А ракета - она сделала все так, как было заложено по программе. Правда, стоимость таких умных ракет достаточно велика, но это уже вопрос для специального рассмотрения.

Все остальные параметры, варьируемые, подбираемые, аналитически рассчитываемые - должны обеспечивать достижение вышеуказанных целевых параметров, без достижения которых пуск считается неудачным.

### **6.3 Особенности российской сертификации летательных аппаратов**

Так как государство всегда было и останется потребителем и

хозяйном изделий ракетно-космической техники, то логически нет никакого смысла выдавать самому себе какие-то сертификаты.

По существовавшему порядку и требованиям РК-98 разработка изделий РКТ завершалась так называемой Межведомственной экспертной комиссией по результатам зачетного пуска, после которого ЛА рекомендовался к постановке на серию. Размер годовой программы изготовления устанавливался государством по представлению рекомендаций от Министерства обороны (МО). В 1960-1970 годах, в разгар холодной войны, МО хотело знать о всех видах перемещений потенциального противника, а так как уже появились первые спутники фоторазведки, а КА с постоянным телевидеонаблюдением в масштабе реального времени еще не было, то и предполагалось, что они должны запускаться с еженедельной частотой. Срок активного существования таких КА (типа Зенит) исчислялся 1-13 сутками. С учетом всех составляющих по времени запуска, фотографирования, спуска информации на землю, обработки и дешифровки снимков, МО получало информацию минимум позавчерашнего дня. Но поток был налажен. Завод изготавливал более 50 ракет в год и порядка 40 КА фотонаблюдения.

Наряду с экономически разорительными сторонами такого конвейера, изделие Р-7А получило колоссальную статистическую составляющую отработки, в процессе которой были устранены многие скрытые производственные дефекты, и вероятность успешного запуска Р-7А возросла до уровня 0,99 при доверительной вероятности 0,9.

Перестройка привела к резкому (в 10 раз) обвалу годовых программ изготовления изделий РКТ, к провалу в замене устаревающего оборудования и старению основных производственных фондов, резкому сокращению числа основных производственных наиболее квалифицированных рабочих, утрате многих положительных традиций в разработке и в производственно-технической организации производства. Резко и необоснованно выросла трудоемкость изготовления изделий, началось стремительное сближение цен изготовления отечественных и зарубежных образцов, хотя производительность труда в РКТ стала еще ниже, чем за рубежом.

Эйфория свободы первых лет перестройки и незнание тонкостей и реалий конкурентной борьбы привели к тому, что части важнейших предприятий РКТ и авиации захотелось полной незави-

симости от государства и процветания на фоне замечательных брендов и марок своей прошлой продукции. По этому пути акционирования пошли такие фирмы, как имени Туполева и НПО Энергия. Что в сухом остатке? Ни одной марки новых ТУ не продается. ОАО РКК Энергия не имеет ни одного нового значимого проекта в РКТ. США и Западная Европа добились основной цели: устранены потенциально могущественные конкуренты в авиации и РКТ на их рынках. России оставлены рынки Азии, Африки, стран третьего мира и СНГ, где нет современной высокотехнологичной продукции, низкие цены, но и старая продукция без перспективы дальнейшей модернизации и развития. Таким образом основными препятствиями в развитии отечественной продукции в РКТ, как ни странно, явились отнюдь не технические, производственные, научные и другие препятствия.

Во времена СССР глобальной наипервейшей задачей являлось доказательство преимущества коммунистической идеологии перед всем миром, хотя доктрина о неизбежности построения коммунизма во всем мире уже была дискредитирована, а коммунизм планировался к построению в отдельно взятой стране. Нетерпение усиливалось тем, что неэффективность социалистического хозяйствования становилась все очевиднее. Для мобилизации народной поддержки установлен был даже год наступления коммунизма - 1980-й. Неожиданный для правительства огромный отзыв во всем мире после запуска первого искусственного спутника, дал толчок к установлению новой сферы, в которой было бы доказано такое преимущество: космос. Имея огромные прибыли от скачков цен на нефть, решено было бросить на космос практически неограниченное финансирование, но и требовать очень быстрой отдачи и успехов. Очень некстати для этого произошел переворот 1964 года со сменой лидера, резкое изменение отношения к тому, что сама власть породила. А практически через год умер С. П. Королев. Космос СССР потерял лидера.

Последующие события в современном понимании того, что происходило, приводят к таким выводам.

1. Превращение технической проблемы в политическую не принесит ожидаемых дивидендов ни в технике, ни в экономике.

2. Установление конкретных сроков разработки технически сложных систем чревато катастрофами и крупными экономически-



ми потерями.

3. Назначение лидерами из числа высокопоставленных чиновников редко когда приводит к успеху проекта.

4. Высокие узкопрофессиональные успехи в любой науке не являются гарантиями успехов в руководстве проектами, где требуется широкий кругозор в понимании целей и задач проекта, умения работать с кадрами, проводить квалифицированное убеждение политического руководства страны и многое другое. Научить быть лидером - нельзя.

5. Реализация проектов, основанных на последних достижениях техники, требует проведения полных циклов отработки надежности во избежание катастроф, людских, материальных и временных потерь.

6. Реализация любых проектов РКТ должна быть понятной прежде всего руководству страны по необходимости, перспективности, предстоящим затратам по средствам и возможным временным интервалам, по возможной экономической целесообразности и внедрению отдельных результатов разработки в народное хозяйство страны, по возможности выхода на международные рынки.

7. Следует всячески ограничивать практику семейных династий в руководящих органах, пусть даже только в сфере ФГУП.

8. Для работы с международным сообществом в плане совместных проектов, требуются специалисты не только широкого технического профиля, но и подкованные в области менеджмента и маркетинга, экономики и права, которых нужно воспитывать самим на российской почве, а не в университетах западного мира. Этого требует специфика России как страны, и менталитет российского народа, существенно отличающийся от западного. Таковы реалии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александровская, Л.Н. Сертификация сложных технических систем: учеб. пособие/Л.Н.Александровская, И.З. Аронов, В.В. Смирнов, А.М. Шолом; под ред. В.И. Круглова. - М.: Логос, 2001.- 312с.:
2. Братухин, А.Г. Современные технологии авиастроения/ А.Г. Братухин, Ю.Л.Иванова.-М.: Машиностроение, 1999.-832с.
3. Вашуков, Ю.А. Основы обеспечения качества в машиностроении: учеб. пособие/ Ю.А. Вашуков, А.Н.Кирилин, В.Г.Неупокоев, Н.П. Родин. -Самара.: СГАУ, 2004.- 98с.
4. Вишняков, М.А. Конструкторско-технологические методы обеспечения качества изделий машиностроения: учеб. пособие /М.А.Вишняков, Ю.А. Вашуков.- Самара: СГАУ, 2005.- 96с.
5. Сергеев, А.Г. Сертификация: учеб. пособие/А.Г.Сергеев, М.В. Латышев.-М.: Логос,2000, -248с..
6. Федеральный закон РФ « О техническом регулировании».- М.: Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003.-48с.
7. Чумадин, А.С. Основы технологии производства летательных аппаратов: учеб. пособие/ А.С. Чумадин, В.И.Ершов, В.А.Барвинок -М.: Наука и технология, 2005, 912с.
8. Чумадин, А.С. Избранные главы по авиа- и ракетостроению: учеб. пособие/ А.С. Чумадин, В.И. Ершов, В.А.Барвинок.-М.: Наука и технология, 2005, 656с.

Учебное издание

*Вашуков Юрий Александрович  
Советкин Юрий Александрович*

**СЕРТИФИКАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ АВИАЦИОННОЙ  
И РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ**

*Учебное пособие*

Технический редактор В. К. Моисеев  
Редакторская обработка А. В. Ярославцева  
Корректорская обработка А. А. Нечитайло  
Доверстка Н. С. Купринова

Подписано в печать 29.11.07. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Печ. л. 4,25.

Тираж 120 экз. Заказ 2057. ИП-ж56/2007

Самарский государственный  
аэрокосмический университет.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

---

Изд-во Самарского государственного  
аэрокосмического университета.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.