

В.А. Лисейкин, Н.Ф. Моисеев, Г.Г. Сайдов, О.П. Фролов

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ИСПЫТАНИЙ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОТРАБОТКА
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Под редакцией
д-ра техн. наук В.К. Чванова

Москва

«Машиностроение-Полет»
«Виарт Плюс»

2015

УДК 629.7
ББК 39.62
О-75

Рецензент:
д-р техн. наук, профессор А.Г. Галеев

Основы теории испытаний. Экспериментальная отработка ракетно-космической техники / В.А. Лисейкин, Н.Ф. Моисеев, Г.Г. Сайдов, О.П. Фролов; под ред. д-ра техн. наук В.К. Чванова. – М.: Машиностроение-Полет / Виарт Плюс, 2015. – 000с.

ISBN 978-5-9906491-2-5

Рассмотрены понятия научного эксперимента, испытаний, испытательной практики в жизненном цикле сложных научно-технических систем на основе информационно-энтропийного подхода к их описанию. Показаны специфические особенности объектов ракетно-космической техники (РКТ) и их влияние на подготовку и использование экспериментальной базы. Рассмотрены испытательные системы РКТ ведущих космических держав и тенденции их развития. Дан анализ соответствия текущего состояния и перспектив развития испытательной системы России целям и задачам национальной космической программы. Показаны особенности технологии испытаний сложных изделий РКТ. Отмечены тенденции увеличения в испытательной практике доли интеллектуальной и информационной составляющих в составе объектов и испытательных технологий, бортовых приборов, а также штатных алгоритмов управления и контроля. Рассмотрены вопросы описания динамики поведения и информационной структуры системы испытаний сложных изделий. Предложены принципы и подходы к построению современной автоматизированной системы контроля качества при испытаниях изделий РКТ на протяжении их жизненного цикла.

Для специалистов, занятых созданием и эксплуатацией испытательных стендов и испытаниями изделий и элементов ракетно-космических систем. Книга также может представлять интерес для аспирантов и студентов высших учебных заведений аэрокосмического направления.

УДК 629.7
ББК 39.62

© В.А. Лисейкин, Н.Ф. Моисеев, Г.Г. Сайдов,
О.П. Фролов, 2015
© ФКП «Научно-испытательный центр ра-
кетно-космической промышленности», 2015
© ООО «Машиностроение-Полет», 2015
© ООО «Виарт Плюс», 2015

ISBN 978-5-9906491-2-5

Предисловие

Ракетно-космическая промышленность и связанная с ней научная проблематика входят в число основополагающих элементов обороноспособности и национальной безопасности страны. По этой причине научные публикации по вопросам изучения, обобщения и информирования о новых направлениях исследований в данной сфере, в том числе по тематике экспериментальной отработки, испытаний объектов ОПК, заслуживают самого пристального внимания и изучения.

Объемы финансирования испытаний и экспериментальных исследований при создании новых образцов ракетно-космической техники составляют до двух третей от общего объема финансирования того или иного космического проекта. Однако выбор оптимальных стратегии и тактики экспериментальных исследований во многом зависит от тех научных утверждений, которые в настоящее время только формируются. Поэтому данная книга важна прежде всего тем, что в ее основу положены не только организационные и научно-технические аспекты, уже признанные и апробированные в испытательной практике экспериментальной отработки ракетно-космической техники, но и новые подходы, основанные на критериях научно-технической эффективности.

В книге авторы впервые предлагают использовать информационный подход при планировании экспериментальных работ и оценивать качество собственно испытаний на основе анализа потоков энтропии.

Системное изложение и рассмотрение научного эксперимента и испытаний в их органическом единстве и различиях позволили прийти к выводу, что в целом испытательную практику можно рассматривать в виде двух взаимно дополняющих друг друга составляющих.

Первая составляющая – это совокупность работ и исследований в обеспечение процесса изготовления продукции или создания той или иной услуги. Основным действующим лицом здесь является разработчик или производитель, а испытательная практика относится к области технического контроля.

Вторая составляющая – это все работы и деятельность, связанные с процессами сдачи-приемки, представление продукции (услуг) заказчику на этапах приемо-сдаточных испытаний.

Эти работы наряду с их технической, научно-технической основой включают в себя и элементы маркетинговых, рыночных процедур. Поэтому здесь закономерно появляется новое действующее лицо, новый субъект испытательной практики. Зачастую это независимый эксперт или технический аудитор, привлеченный к выполнению работ потребителем продукции или услуг. Именно на этом этапе государство через уполномоченные органы, в том числе через головные отраслевые институты, обязано в полном объеме обеспечивать и требовать выполнения и защиты своих интересов, проводить оценку технического совершенства продукции или услуги.

В целом в книге рассматривается, анализируется, выдвигается и обобщается перечень многих тем и вопросов, составляющих общий «каркас здания», носящего название испытания.

Доктор технических наук,
профессор В.К. Чванов

От авторов

Настоящая книга является результатом коллективного труда специалистов из различных сфер, двое из которых на протяжении последних лет являются крупными руководителями и организаторами не только в ракетно-космической промышленности, но и в «оборонке» в целом. Третий – более десяти лет возглавляет научно-испытательный институт, четвертый – специалист по автоматизации наземных испытательных комплексов. Такой симбиоз позволил под специфичным, новым ракурсом посмотреть, отметить и выделить те проблемные вопросы, которые во многом определяют современное состояние экспериментальной базы не только Роскосмоса, но и других отраслей оборонной промышленности.

В книге исследуется проблематика испытаний как вида человеческой деятельности, связанного с ресурсными и умственными затратами и направленного на получение знаний и сведений об объектах и (или) процессах для формирования выводов и прогнозов по их использованию или совершенствованию, на примере экспериментальной отработки изделий ракетно-космической техники (РКТ).

В частности, бесспорный интерес для разработчиков, изготовителей и эксплуатационников РКТ представляет ответ на вопрос о целесообразности ограничения на количество модернизаций РКТ. Каждая из модернизаций несет свою специфику и оказывает свое влияние на состояние того или иного объекта, в том числе, как правило, не всегда учитываемое. Две или три глубоких модернизации могут принципиально изменить первоначальный замысел «прародителя», что, безусловно, не всегда полезно. Все это сродни совместному воздействию нескольких типов препаратов, назначаемых одному пациенту, с заведомо не прогнозируемым совместным эффектом.

Важно определиться и с вопросом принадлежности или отнесения сертификации объектов РКТ к маркетинговым процедурам или процедурам из области технического контроля. Ответ на этот вопрос прямо определяет субъекта, проводящего сертификацию.

В целом сегодня нет однозначного толкования в испытательной практике значения функциональных разграничений и ответственности в вопросах взаимоотношений и соподчиненности при организации работ среди различных субъектов.

Кто – разработчик или потребитель – доминирует при разработке нормативной базы на испытания, кто формирует и принимает решение о правилах сдачи-приемки объектов испытаний? Какова роль специализированных, так называемых головных институтов в этом процессе? Вот далеко не полный перечень вопросов кроме уже практически выверенных и апробированных, которых мы постарались коснуться в настоящей книге.

Общая идея авторов издания состоит в попытке найти баланс между полемикой о системных проблемах испытаний и практической значимостью представленных материалов.

В **первой главе** авторы ставили целью привлечь внимание читателя к фундаментальным законам функционирования сложных систем, к числу которых относятся системы создания и производства изделий РКТ в их жизненном цикле, а также системы испытаний, имеющие аналогичный порядок сложности с точки зрения информационно-энтропийного подхода.

Во **второй главе** анализируются испытательные системы ведущих космических держав, а также соответствие текущего состояния и перспектив развития испытательной системы России целям и задачам национальной космической программы. Показана необходимость развития федеральных испытательных центров как наиболее эффективного инструмента подтверждения заказчику качества и надежности сложных и дорогостоящих изделий РКТ.

В **третьей главе** показаны особенности технологии испытаний сложных изделий РКТ, связанные с тенденцией увеличения в испытательной практике доли интеллектуальной и информационной составляющих в составе объектов испытаний: бортовых приборов, а также штатных алгоритмов управления и контроля. Любая сложная система определяется структурой и поведением. Эти понятия являются такими же фундаментальными, изначальными, неопределяемыми понятиями, как для физики пространство и время. Под *структурой* понимается инвариантная во времени фиксация связей между элементами системы (статическое описание системы). Под *поведением* системы понимается ее функционирование во времени (динамическое описание системы). В главе показано видение авторов в части *структуры и динамики поведения испытательной системы*.

В **четвертой главе** рассматриваются подходы к построению современной системы контроля качества с использованием информационных технологий. Информационные технологии в настоящее время переживают бурное развитие, связанное с осознанием природы информации как всеобщего свойства материи. Целью испытаний является получение информации об изучаемом объекте. Задачи информационных технологий в системе контроля качества при испытаниях изделий РКТ – структурирование, хранение, обработка и анализ информации в целях выявления и контроля существенных свойств, явлений и процессов объекта, а также тенденций и закономерностей его эволюции на протяжении жизненного цикла изделия.

Авторы с удовольствием воспримут критику и предложения от читателей и, безусловно, учтут их в следующем издании.

За помощь и ценные консультации при подготовке материалов книги авторы выражают искреннюю благодарность сотрудникам ФКП «НИЦ РКП» В.Н. Бережному, В.В. Виноградову, С.Д. Витязеву, А.С. Кадишевичу, А.Д. Поляхову, В.Ю. Рябых, В.А. Семиглазову, И.А. Тожокину.