

## МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОТРАБОТКИ НА ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДАХ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Журавлев А.В.<sup>1</sup>, Аксенов К.А.<sup>1</sup>, Стольников К.Ю.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Уральский Федеральный Университет, Екатеринбург, Россия  
E-mail: a.zhuravlev.npoa@mail.ru

## METHODS AND MODELS FOR OPTIMIZING THE PROCESS OF EXPERIMENTAL TESTING ON TEST BENCHES OF SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEXES OF CONTROL SYSTEMS

Zhuravlev A.V.<sup>1</sup>, Aksyonov K.A.<sup>1</sup>, Stolnikov K.Y.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The paper considers the issue of creating methods and models for optimizing the process of experimental testing on test benches of software and hardware complexes of control systems. Methods and models of optimization of the experimental development process are defined.

Разработка программно-технических комплексов специального назначения, в частности, систем управления изделиями ракетно-космической техники (РКТ) относится к приоритетной области научно-технической политики государств.

Задача обеспечения работоспособности систем управления изделием РКТ может быть решена только с помощью комплексного подхода, включающего совершенствование архитектуры таких систем, разработку новой широкой номенклатуры функционально-ориентированной электронной компонентной базы, создание научной и промышленной инфраструктуры проектирования, производства, испытания и эксплуатации.

Испытательные стенды систем управления изделием РКТ, создаваемые в отрасли, являются уникальными и проектируются различными способами, как правило, на основе опыта специалистов предприятий-изготовителей систем управления. Отсутствие общих подходов к проектированию испытательных стендов на предприятиях отрасли влечет малую унификацию компонентов стендов. Поэтому актуальной становится задача разработки унифицированных методов проектирования, моделей прогнозирования параметров создаваемых (модернизируемых) испытательных стендов, алгоритмического и программного обеспечения для формализации определения оптимальной конфигурации стенда, способной обеспечить высокую степень отработки и сокращения сроков проведения одного испытания, включая этап анализа результатов.

Вопросам проектирования испытательных стендов и организации проведения испытаний систем управления изделием РКТ посвящены работы Е.А.

Микрина [1], В.М. Антимирова [2], Я.А. Хетагурова [3], В.В. Шмелева [4], А.А. Тюгашева [5] и других.

Для определения оптимальной конфигурации испытательного стенда необходима методика оценки его эффективности. Данная задача появилась относительно недавно, работы по ее решению практически отсутствуют.

Математические модели «типовой» и «автоматизированной» отработочных позиций позволяют рассчитывать показатели испытательного стенда по информации из технического задания на систему управления. Данные математические модели являются уникальными и разработаны путем обобщения накопленного практического опыта разработки и эксплуатации отработочных позиций систем управления нескольких поколений и апробированы при моделировании.

Разработана методика создания испытательных стендов СУ на основе универсальной архитектуры отработочной позиции, сформированы рекомендации по построению автоматизированной позиции для испытаний на базе унифицированных технологий автоматизации.

Применение методики построения оптимального испытательного стенда обеспечивает сокращение сроков экспериментальной отработки (при сохранении объема испытаний) и значительно повышает эффективность отработки (путем увеличения количества испытаний в процессе отработки), что позволяет выполнять жесткие требования по надежности, предъявляемые в техническом задании на систему управления, в сжатые сроки.

1. Е.А. Микрин Бортовые комплексы управления космическими аппаратами и проектирование их программного обеспечения (МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 2003) с. 94-128
2. В.Н. Ачкасов, В.М. Антимиров, В.Е. Межов, В.К. Зольников Разработка средств автоматизации проектирования специализированных микросхем для управляющих вычислительных комплексов двойного назначения: монография (Воронежский государственный университет, Воронеж, 2005) с. 120-143
3. Я.А. Хетагуров, Практические методы построения цифровых надежных систем (Высшая школа, Москва, 2008) с. 50-105
4. В.В. Шмелёв, Е.Б. Самойлов, Н.В. Нездоровин Распространение свойств сети Петри на вычислительную модель анализа результатов телеизмерений // Всероссийская научно-техническая конференция «Теоретические и прикладные проблемы развития и совершенствования автоматизированных систем управления военного назначения» (Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург, 2013) с. 88-89
5. А.А. Тюгашев, Е.А. Мясникова, Е. Сопченко, Инструменты генерации тестов для программ управления спутниками (Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, 2015) с. 287-290