

УДК 629.7; 004.94

Автоматизация подготовки ракет: разработка имитатора инерционности функционирования компонентов, систем ракеты космического назначения и стартового комплекса

Осико Софья Михайловна^(*)

osikosm@yandex.ru

SPIN-код: 6174-6684

Сова Александр Николаевич

slsova@mail.ru

SPIN-код: 1568-3320

АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», Москва, Россия

Аннотация. Представлены результаты разработки прикладного программного обеспечения (ППО) для автоматизированных систем управления (АСУ) предпусковой подготовкой и пуском перспективных ракет космического назначения (РКН) и разгонных блоков (РБ). Ключевой особенностью разработанного ППО является интеграция специализированного программного имитатора, моделирующего инерционность компонентов и систем РКН и стартового комплекса (СК), что позволяет на этапе отладки выявлять ошибки, связанные с динамикой процессов.

Ключевые слова: автоматизация, автоматизированная система управления, цифровизация, ракетные комплексы, ракетно-космическая техника, предпусковая подготовка

Введение. Освоение космического пространства предъявляет высочайшие требования к надежности и безопасности функционирования СК. Критически важным элементом СК являются АСУ подготовкой и пуском (АСУПП) РКН и РБ [1]. Существующий подход к отладке ППО для АСУ сопряжен с фундаментальной проблемой отсутствия программных средств для имитации инерционности реальных физических систем. Таким образом, ошибки, связанные с временными задержками и динамикой процессов, обнаруживались при работе с реальным оборудованием, создавая значительные риски для безопасности, надежности, качества, сроков, бюджета и перспектив дальнейшего развития проектов [2]. Целью данной работы является разработка ППО для АСУПП РКН и РБ, позволяющего исключить вышеуказанные риски за счет инструмента имитационного моделирования инерционности компонентов и систем РКН и СК.

Методы и материалы; результаты. Для анализа предметной области применен метод системного анализа. Для существующих подходов к разработке, отладке и тестированию ППО АСУ проведен сравнительный анализ с целью выявления системных пробелов. Ключевым стал метод математического и имитационного моделирования для создания алгоритмов поведения компонентов и систем РКН и СК, адекватно воспроизводящих их инерционность. В качестве материалов исследования выступили данные о физических и динамических характеристиках систем РКН и СК ракет-носителей (РН) се-

мейства «Ангара» на космодромах «Плесецк» и «Восточный», существующее ПО, отчеты об испытаниях, а также архивные данные всех проведенных пусков РН «Ангара».

На основе указанных методов и изученных материалов предложена модульная архитектура ППО с интегрированным имитационным ПО, имитирующим составные части РКН и СК с учетом инерционности их функционирования. Практическая реализация данной архитектуры позволила достичь следующих результатов: повышение надежности за счет раннего выявления и устранения ошибок; сокращение сроков разработки и отладки ПО, благодаря созданию универсальной программной платформы; минимизация или исключение влияния на безопасность, надежность и качество РКН и СК человеческого фактора за счет реализации полностью автоматического режима выполнения операций [3].

Заключение. Главным достижением является решение важной научной задачи в разработке ППО для АСУПП перспективных РКН и РБ, ключевым инновационным элементом которого является интегрированный программный имитатор, моделирующий инерционность компонентов и систем РКН и СК, что обеспечивает раннее выявление ошибок на этапе разработки (корректировки) ППО, на этапе проверки и выпуска версии ППО, на этапе перевода СК из готовности к применению по назначению в готовность к работе с изделием при проведении комплексных функциональных проверок в автономном (только ППО АСУПП РН (РБ) с имитаторами СЧ РКН и СК) и совместном (ППО АСУПП РН (РБ), АСУ ТО СК с имитаторами и штатными СЧ РКН и СК) режимах.

Список источников

- [1] Осико С.М., Чугунков В.В. Состояние и тенденции совершенствования разработки автоматизированных систем управления предпусковой подготовкой и пуском ракет космического назначения. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2025, № 4 (160), с. 1–14.
- [2] Самойлов Л.К. Классический метод учета влияния временных задержек сигналов в устройствах систем управления. *Известия ЮФУ, Технические науки*, 2016, № 4 (177), с. 40–49.
- [3] Минаков Е.П., Тарасов А.Г., Боровской Е.П. Развитие структуры автоматизированной системы управления подготовкой и пуском ракет космического назначения с целью автоматизации процессов устранения нештатных ситуаций. *Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли*, 2015, № 6, с. 16–21.