

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ТМИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРИЕМО-СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ СУ РКТ

А.Н. Дюков, А.Ю. Пилипенко, Е.Ю. Прокопов  
Научный руководитель: к.т.н. А.А. Филимонков  
Филиал ФГУП «НПЦ АП» - «СПЗ»,

Россия, Калужская обл., Козельский район, г. Сосенский, 1-й Заводской проезд, 1, 249711

E-mail: [spzokb@sovintel.ru](mailto:spzokb@sovintel.ru)

Надёжность изделий ракетно-космической техники (РКТ) напрямую зависит от качества испытаний, проводимых на этапе их разработки. Зачастую управление процессом испытаний и регистрация результатов испытаний возлагаются на человека. В связи с этим достоверность результатов испытаний изделий РКТ, получаемых при проведении испытаний в ручном режиме, существенно зависит от опыта и навыков испытателя. Учитывая существующие тенденции в ракетно-космической отрасли, направленные на повышение качества надежности, ужесточение временных и других ресурсных ограничений в процессе принятия решений при проведении испытаний, повышения информативности и достоверности получаемых результатов, особую актуальность приобретает вопрос разработки автоматизированных систем оценки технического состояния изделий РКТ [1].

Внедрение автоматизированных систем оценки технического состояния изделий позволит достигнуть повышения качества проведения испытаний за счёт:

- 1) сокращения времени проведения испытаний;
- 2) уменьшения количества задействованного персонала при проведении испытаний;
- 3) увеличения надёжности и безопасности процесса проведения испытаний за счёт автоматизации, исключающей влияние «человеческого фактора».

Целью данной работы является разработка автоматизированной системы оценки технического состояния систем управления (СУ) изделий РКТ, позволяющей на основе телеметрической информации (ТМИ) о состоянии изделия сделать заключение о пригодности изделия, выявить неисправности разрабатываемой аппаратуры без участия человека.

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- обеспечить адаптированность системы для широкого спектра СУ;
- автоматизировать процесс выявления неисправностей СУ на основе использования обучаемых моделей принятия решений;
- документирование процесса испытаний и ошибок при их возникновении.

Уникальность данной работы заключается в применении нейросетевых технологий интеллектуального анализа, что позволяет значительно сократить время анализа телеметрической информации о состоянии изделия. Для решения поставленных задач авторами разработана и испытана автоматизированная система интеллектуальной оценки телеметрической информации (АСИОТИ) «АА-17».

АСИОТИ «АА-17» позволяет автоматизировать процесс приемо-сдаточных испытаний и поиск неисправностей на основе телеметрической информации, а также дает первоначальную оценку в режиме реального времени. Кроме того, за счет широкого спектра опций оператор системы «АА-17» может задавать индивидуальные настройки, что обеспечивает универсальность системы при работе с разными типами СУ.

В основе данной АСИОТИ заложена модульная архитектура. Система «АА-17» включает в себя основные модули:

- программная оболочка взаимодействия модулей;
- модуль нейросетевого анализа сигналов телеметрической информации;
- модуль аналитической оценки сигналов телеметрической информации;

- подсистема визуального отображения телеметрической информации для оператора в любой точке процесса испытаний и точках несоответствия с эталоном;
- оболочка вывода полученных результатов.

Программная оболочка взаимодействия модулей собирает в единое информационное пространство все модули АСИОТИ «АА-17», организуя между ними получение, обработку и передачу информации.

Модуль нейросетевого анализа телеметрической информации предназначен для быстрого получения представления о степени подобия анализируемой информации эталону. Применение нейронной сети в качестве классификатора обусловлено ее способностью к обработке зашумленных и сложных данных для их классификации [2].

Модуль аналитической оценки позволяет провести детальное сравнение телеметрической информации, а также осуществляет контроль качества обучения нейронной сети. Аналитический метод оценки можно представить следующими этапами:

- а) получение файлов телеметрической информации в информационное поле подсистемы и проверка их на соответствие формату записи;
- б) поиск начала значимой информации в файлах телеметрической информации;
- в) сопоставление информационных полей подсистемы и передача в отдельный поток сравнения;
- г) проверка размера информационного поля на соответствие размеру эталонной информации;
- д) сравнение информационных полей проверяемой и эталонной информации путем непосредственного сопоставления элементов информационных полей с учетом допустимых пределов;
- е) поиск и сопоставление окончания значимой части информационного поля различной «природы»;
- ж) на заключительном этапе происходит формирование отчета о соответствии проверяемой и эталонной телеметрической информации.

Подсистема визуального отображения преобразует телеметрические данные в понятный для оператора вид в форме графиков и гистограмм, что позволяет произвести мгновенную оценку ситуации. Подсистема визуализации работает в двух основных режимах:

- режим реального масштаба времени;
- режим детальной оценки телеметрической информации.

Оболочка вывода полученных результатов предназначена для визуализации результатов детальной оценки телеметрической информации. В данной режиме наиболее подробно показано положение тестового и эталонного значения телеметрической информации.

В результате получена комплексная система обработки, оценки и визуализации телеметрической информации, позволяющая оператору принять решение о техническом состоянии изделий РКТ. Разработанный алгоритм и его идеология могут быть применены не только к уже существующим СУ, но и при создании новых перспективных СУ. Предложенный метод оценки технического состояния позволяет существенно снизить материально-технологические издержки и увеличить скорость производства.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Вадутов О.С. Математические основы обработки сигналов: учебное пособие, Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011, - 212 с.
2. Yam J.Y.F., Chow T.W.S., Feedforward Networks Training Speed Enhancement by Optimal Initialization of the Synaptic Coefficients // IEEE Transactions of Neural Networks. - Beijing, 2001. - vol. 12. no. 2. - pp. 430-434.