

женеров-технологов в области трибологии без увеличения общей трудоемкости обучения, т.е. за счет оптимизации основной образовательной программы. За счет сокращения ряда общетехнических и специальных дисциплин введен базовый курс «Основы трибологии машин, механизмов и технологических процессов», предусматривающий помимо лекционных часов обширный лабораторный практикум и курсовое проектирование.

Основные разделы базового курса следующие:

- 1) Физико-химия явлений трения, износа, смазки;
- 2) Моделирование трибологических процессов;
- 3) Трибодиагностика и трибоиспытания;
- 4) Трибологические методы обеспечения надежности машин, механизмов и технологических процессов;
- 5) Инновации в триботехнике

В первом разделе акцент делается на раскрытии современной трехуровневой концепции граничного трения (макроуровень, мезоуровень и микроуровень) с изучением характерных для каждого уровня физико-химических эффектов и явлений.

Во втором разделе рассматриваются методы моделирования трибологических процессов, основанные преимущественно на стохастическом и динамическом подходах, на применении методов нечеткой логики.

В третьем разделе излагаются принципы и методы триботестирования и трибодиагностики с применением новейшей испытательной аппаратуры. Четвертый раздел посвящен традиционным методам повышения надежности технических систем за счет упрочнения трущихся элементов, оптимизации характеристик поверхностей трения, оптимизации условий трения и смазки.

Особую ценность представляет пятый раздел курса, состоящий из двух частей. В первой части излагаются новейшие апробированные инновационные решения, пригодные для оперативного внедрения в производство. Во второй части студент получает сведения о путях и методах создания триботехнических инноваций и новых конкурентоспособных решений. Подчеркивается, что инновации создаются путем синтеза новых научных достижений с активными методами поиска творческих решений.

В качестве апробированных инноваций рассматривается применение в узлах трения реметаллизаторов, модификаторов, а также смазочных материалов с наноприсадками (на основе фуллеренов). В качестве инноваций

также рассматриваются новые особо износостойкие композиционные материалы и износостойкие тонкопленочные покрытия, в том числе, созданные с помощью нанотехнологий.

Каждый раздел курса снабжен мультимедийным сопровождением, позволяющим осваивать материал самостоятельно и дистанционно.

В задании на дипломное проектирование обязательно включается раздел по трибологическому анализу конкретного узла и разработке решений по снижению износа и сил трения.

Актуальной является задача создания организационно - методических основ для повышения квалификации в области триботехники и трибоинноваций работающих инженеров-технологов.

Повышение трибологической компетенции, как молодых специалистов, так и практиков позволит существенно повысить технологический уровень отечественного производства.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОТОКОЛОВ CCSDS В СОВРЕМЕННОЙ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Минервин А.А., Поляков А.Ю.

Военно-космическая академия

имени А.Ф. Можайского

Санкт-Петербург, Россия

Использование современных стандартов значительно удешевляет разработку и эксплуатацию сложных технических систем. Объективными причинами применения стандартов в телеметрических системах являются:

- сокращение объема проектных работ при проектировании в рамках стандарта;
- гарантия правильности используемых стандартных проектных решений, основанная на подтверждении стандарта группой экспертов в данной области;
- возможность совершенствования и развития системы, подразумеваемая стандартом.

Применение многоцелевого подхода и стандартизации предусматривает перекрёстное обеспечение космических систем, принадлежащих одной организации (стране), космическими системами передачи данных, принадлежащими другой организации (стране).

В настоящее время в космической телеметрии, в качестве международных, приняты стандарты консультативного комитета по космическим системам передачи данных – CCSDS (Consultative Committee for Space Data Systems).

Одним из основных требований, предъявляемых к современной телеметрической системе, является безошибочная доставка данных (достоверность передачи). Для защиты данных от шумов физического канала битовый поток кодируется одним или обоими следующими кодами: блочный код Рида-Соломона (255, 233); свёрточный код (7,12). Благодаря комбинации этих кодов канал практически освобождается от ошибок.

Так как космические системы передачи данных имеют ограниченную пропускную способность и ширину полосы частот канала передачи, посредством которого бортовые системы космического аппарата соединяются с системами сбора данных находящимися в космосе или на Земле, то когда многочисленные пользователи совместно используют один канал передачи данных, управление потоком данных становится процессом, определяющим производительность системы. Телеметрическая система должна гарантировать своевременную доставку данных от всех источников, достаточно часто получающих доступ к этому общему ресурсу (каналу), и управление буферизацией данных источников. Длинные пакеты источника, получающие монополярный доступ к каналу на не допустимо длительные для других источников периоды, могут создавать проблемы в управлении потоком данных, связанные с необходимостью необоснованно большой буферизации данных источников, для которых канал не доступен.

АНАЛИЗ БЫСТРОМЕНЯЮЩИХСЯ ПАРАМЕТРОВ В КОСМИЧЕСКОЙ ТЕЛЕМЕТРИИ НА ОСНОВЕ ЧАСТОТНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

Л. КОЭНА

Силаков Д.М., Крячко М.А., Поляков А.Ю.

*Военно-космическая академия
имени А.Ф. Можайского
Санкт-Петербург, Россия*

Обработка радиотелеметрической информации в ракетно-космической технике подразделяется на первичную и вторичную [1]. Задачами первичной обработки радиотелеметрической информации являются прием, синхронизация, уточнения оценок телеметрируемых параметров, масштабирование и приведения их к виду, удобному для дальнейшего использования.

Вторичная обработка обеспечивает анализ телеметрической информации, связанный с формированием данных, необходимых оператору или системе для принятия решения. При-

нятие решения осуществляется при управлении объектами, поиске неисправностей и при исследованиях систем.

Назначение анализа определяет его виды, задачи, принципы построения систем и необходимые объемы телеметрической информации (ТМИ).

В соответствии с назначением различают три вида анализа ТМИ: анализ состояния объекта, локализация неисправностей и исследование поведение телеметрируемого объекта.

Все телеметрируемые параметры обычно разделяют на два класса [2]:

— медленноменяющиеся параметры (ММП) с частотным диапазоном от 0 до 60 Гц, включающие давление в проточных частях (по газу и жидкости), расход жидких компонентов, относительное перемещение элементов конструкции, температура, обороты роторов турбо-насосных агрегатов, показания гироскопов;

— быстроменяющиеся параметры (БМП) с частотным диапазоном от 10 Гц до 20 кГц и выше, включающие пульсацию давления в проточных частях (газовых и жидкостных), относительное виброперемещение, виброускорения и деформацию элементов конструкции, крутильные (угловые) колебания роторов, гироскопов.

Особенности обработки БМП жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) в настоящее время осуществляются в частотном диапазоне от 10 до 8000 Гц, верхняя граница которого может увеличиваться в процессе стендовых испытаний.

Необходимо отметить, что современный анализ нестационарных быстроменяющихся параметров весьма сложен в следствие необходимости получения одновременной информации о точном времени наступления того или иного события, а также об его частотной характеристике с достаточными степенями информативности, достоверности и разрешения.

Практика показывает, что существует несколько путей повышения информативности и обеспечения достоверности измеряемых параметров ЖРД: расширение частотного диапазона измерения параметров; расширение номенклатуры измеряемых параметров; измерение параметров, прямо связанных с рабочими процессами, протекающими в ЖРД; обоснованный выбор мест установки измерительных датчиков, оптимальных по информативности; введение входного контроля динамических характеристик измерительных датчиков и вторичных преобразователей; использование технических средств, исключающих потери информации из-за непредвиденного выхода БМП за диапазоны измерения, особенно, при разви-