

Практическая значимость. Повышение точности расчета траектории КА с использованием новых моделей движения позволит существенно улучшить такие показатели эффективности полета, как время полета и расход топлива. Кроме того, это дает возможность упростить систему адаптивного управления полетом.

Выводы. Представляется, что расчет траекторий КА при космических скоростях в межпланетных полетах с использованием законов Ньютона приводит к необходимости существенной коррекции траектории полета. Актуальны исследования, направленные на получение новых моделей движения КА в целях повышения эффективности освоения космоса.

Литература: 1. Раушенбах Б.В. Управление движением космических аппаратов. М.: Знание, 1986. 64с. 2. Кравец

В.Г., Любинский В.Е. Основы управления космическими полетами. М.:Машиностроение,1983. 224с. 3. Попов Е.И. Автоматические космические аппараты. М.:Знание,1984. 64с. 4. Боднер В.А. Теория автоматического управления полетом. М.: Наука,1964. 700с. 5. Бутиков Е.И., Быков А.А., Кондратьев А.С. Физика. М.:Наука,1979. 608с.

Поступила в редколлегию 15.11.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Бутаков Е.А.

Качур Светлана Александровна, канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизации технологических процессов и производства Севастопольского национального университета ядерной энергии и промышленности. Научные интересы: сети Петри, модели, моделирование, управление сложными техническими системами, системный анализ сложных систем управления. Адрес: Украина, 99029, Севастополь, Пр. Острякова, 74-9, тел. (0692) 57-09-92.

УДК621.317.733:621.314

ОСОБЕННОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ СБОРА ДАННЫХ

КРЮКОВ М.А., РУЖЕНЦЕВ И.В.

Проводится анализ особенностей распределенных измерительных систем на основе инструментальных устройств сбора данных как объектов метрологического обеспечения. Формулируются приоритетные направления исследований в области совершенствования метрологического обеспечения распределенных измерительных систем.

1. Постановка проблемы

На протяжении последнего десятилетия развитие компьютерных технологий создавало базу для радикальных изменений в концепциях построения измерительных систем и проведения операций получения, обработки, сохранения и отображения результатов измерений. Итогом этого процесса явилась практически полная трансформация облика технических решений в области измерительных технологий: от малосовместимых, разрозненных приборов до высокоинтегрированных, высокопроизводительных автоматизированных измерительных систем [1, 2].

Отличительной чертой современных автоматизированных измерительных систем является их универсальность и базирование на сравнительно недорогих компьютерных платформах. Основные преимущества таких систем по сравнению с традиционными средствами измерительной техники – модульность, функциональная гибкость и возможность использования значительно более мощных процессорных ресурсов для обработки измерительной информации в реальном масштабе времени. В научной и технической литературе к автоматизированным компьютерным измерительным системам часто применяют различные названия, например, «виртуальные средства из-

мерительной техники», «интеллектуальные измерительные системы» и др.

Основа, ядро таких модульных систем формируется из стандартных интерфейсов открытых компьютерных платформ, инструментальных плат сбора данных (аналого-цифрового, цифро-аналогового преобразования и ввода-вывода цифровых сигналов) и соответствующего программного обеспечения. Ядро дополняется типовыми устройствами отображения и хранения информации, а также соответствующими разветвленными измерительными каналами, включающими совокупность размещаемых непосредственно на объектах контроля датчиков и интерфейсных устройств. Поэтому далее рассматриваемые средства измерительной техники (СИТ) будем именовать распределенными измерительными системами на основе инструментальных плат (устройств) сбора данных (далее – РИС).

Применение РИС обеспечивает решение измерительных задач в таких областях: сейсмические, биофизические, акустические измерения, анализ формы, определение временных и фазовых параметров сигналов, прецизионные измерения напряжения, силы тока, температуры и давления, вибрации и деформации, низкочастотная радиосвязь, спектральный анализ в телекоммуникациях, в управлении технологическими процессами на производстве, в энергетике и т.д. Как свидетельствуют публикации в отечественных и зарубежных источниках информации, в последние годы диапазон частот и точность инструментальных компьютерных платформ существенно выросли и в отдельных случаях даже превосходят возможности традиционных средств измерительной техники [3, 4].

Рассмотренные структурные изменения, произошедшие в РИС, а также возросшее количество автоматизированных операций неизбежно приводят к существенному изменению методологических основ метрологического обеспечения (МО).

Целью работы является обоснование приоритетных направлений развития методологии МО РИС.

2. Анализ литературы

Известно несколько предпосылок качественного различия основ МО РИС от общепринятых [5, 6].

Физико-технические предпосылки обусловлены освоением новых физических эффектов при создании датчиков, интеграцией в их состав источников опорного напряжения, схем термокомпенсации, линеаризации и т.д. С точки зрения МО такие датчики качественно отличаются от обычных, поскольку характеризуются чувствительностью к нескольким физическим величинам.

Предпосылки, связанные с преимущественным применением в РИС цифровой обработки информации (в противовес аналоговой), расширяют возможность рассредоточения вычислительных мощностей в измерительных каналах РИС. При этом размываются границы между измерением и вычислением, а программно-алгоритмические средства играют все более существенную роль в формировании метрологических характеристик (МХ) РИС.

Предпосылки, обусловленные индивидуализацией МХ РИС.

Структура РИС не всегда отличается чрезмерно высокой сложностью, а аппаратная их часть (вычислительные платформы, датчики, цифровые интерфейсные устройства, инструментальные платы сбора данных) обычно является крупносерийной продукцией. Однако РИС, синтезируемые для решения конечных задач, являются фактически уникальными, т.е. создаются по индивидуальным проектам, в максимальной степени использующим возможности модульной конструкции и гибкость программного обеспечения. При этом зачастую гибкость программных средств позволяет компенсировать несовершенство МХ конкретного экземпляра аппаратных средств (например, функция запоминания поправок), а также адаптировать РИС к реальным условиям эксплуатации и требованиям потребителя. Индивидуализация МХ РИС качественно меняет многие принципы, методы и практику МО, приводя к соответствующей трансформации традиционных методик поверки.

3. Изложение результатов анализа

Можно выделить следующие основные особенности РИС, влияющие на методологию их МО:

- модульный принцип построения;
- пространственная распределенность компонентов и линий связи, обуславливающая различие воздействия влияющих факторов;
- наличие взаимодействия между измерительными каналами;
- многофункциональность, разнообразие родов входных и промежуточных физических величин, различие диапазонов их изменения и требований к точности, разнообразие форм представления измерительной информации;

– изменяемость структуры системы, реализуемая алгоритмическими компонентами и обуславливающая отличия нормирования МХ для различных экземпляров РИС и в различных режимах их работы.

Таким образом, РИС представляют собой специфичный класс СИТ, особенности которого необходимо учитывать при разработке теоретических и прикладных основ их МО.

Рассмотрим некоторые проблемные вопросы МО РИС более детально.

1. Индивидуализация МХ РИС не позволяет в полной мере использовать традиционные методологические основы МО, опирающиеся на статистические представления о совокупности однотипных СИТ. Для нормирования, оценки и прогнозирования МХ может потребоваться уже не статистический, а индивидуальный прогноз, объектом которого является единичный образец или небольшая группа РИС.

В этой связи целесообразным представляется переход от практики государственных приемочных испытаний, при которых устанавливаются типовые МХ РИС, к практике метрологической аттестации их конкретных экземпляров. В настоящее время имеются организационные основы для перехода к такой практике (например, [7]), однако вопросы методологии исследования МХ РИС (например, обоснование выбора контролируемых измерительных каналов, установление количества контролируемых точек внутри диапазона измерений, количества наблюдений и др.) все еще требуют научно обоснованного решения. Кроме того, следует пересмотреть практику, которая сложилась исторически и предусматривает фактическое копирование методик и объемов работ в рамках метрологической аттестации, проводимой при выпуске РИС из производства, и методик их периодической поверки.

С позиций законодательной метрологии объединение пространственно-распределенных измерительных каналов, гибкость структуры и различие режимов работы элементов РИС требует также пересмотра требований к объему и периодичности периодической поверки и других форм метрологического обслуживания.

2. Методология МО современных РИС должна учитывать новые возможности, обусловленные их временной и структурной избыточностью. Так, временная избыточность открывает возможности для проведения многократных наблюдений, т.е. позволяет ограничить составляющие случайной погрешности измерений. Структурная избыточность открывает пути использования возможностей задатчиков тестовых сигналов [8] и, таким образом, идентифицировать характеристики РИС, тем самым упрощая процедуру самоповерки (самоаттестации).

3. Применение в РИС программно-алгоритмических средств не только расширяет возможности по обработке, визуализации, хранению измерительной информации, но и является источником погрешностей

измерения. При этом в кругах технических специалистов нередко можно встретить исторически сложившееся недопонимание роли алгоритмических средств в обеспечении требуемой точности измерений по сравнению с аппаратными.

С позиций законодательной метрологии процесс преобразования измерительной информации, вне зависимости от ее формы (аналоговой для измерительного преобразователя или цифровой для микропроцессора), относится к сфере интересов МО и должен подвергаться соответствующему контролю. Однако в настоящее время практика метрологического контроля в отношении программно-алгоритмических и аппаратных средств оказалась не одинаковой. Так, если для аппаратных средств накоплен значительный объем методов и средств МО, то в отношении алгоритмов и программ наблюдается их дефицит. В этой связи необходимо дальнейшее развитие, совершенствование организационных (законодательных) и научных основ метрологической аттестации программно-алгоритмических средств, применяемых в РИС.

4. Рассматривая направления развития методологических основ МО РИС, укажем и на необходимость развития принципов и методов поэлементной проверки. Современные РИС позволяют хранить в энергонезависимой памяти сведения о реальных характеристиках (функциях преобразования, погрешностях, поправках и т.д.) отдельных компонентов, измерительных устройств и каналов. При этом в области МО РИС может найти широкое применение общий принцип системологии, согласно которому свойства сложной системы не определяются экспериментально, а выводятся аналитическими методами из свойств составляющих ее подсистем.

5. Исследования в области МО РИС должны дать ответ и на такой вопрос: целесообразно ли отказаться от иерархических, многоуровневых поверочных схем, жестко регламентирующих методы передачи размера единицы физической величины, осуществив переход к применению (по крайней мере, в оправданных случаях) локальных поверочных схем. Децентрализованная схема предполагает широкое распространение автономной (независимой) проверки за счет применения встраиваемых технических средств воспроизведения или контроля значения единицы физической величины. Реализация данного направления исследований требует разработки или совершенствования соответствующих методов передачи размеров единиц физических величин.

4. Выводы

Изложенные в работе проблемные вопросы могут рассматриваться как основа для постановки и детальной проработки конкретных задач в области МО РИС. Результатом решения этих задач явятся предложения по совершенствованию МО РИС.

Литература: 1. Неежмаков П.И., Костарев Д.Б. Информационные технологии в метрологии: состояние и перспективы//Український метрологічний журнал. 2003. №3. С. 60 – 64. 2. Ерохин И.В. Автоматизированные информационно-измерительные системы в жилищно-коммунальном секторе//Измерительная техника. 2007. №7. С. 63-67. 3. Шмелев О.Я. Точность вычислений компьютерного анализатора спектра реального времени//Измерительная техника. 2007. №2. С. 62-64. 4. Заико А.И. Точность измерения энергетического спектра косвенным методом//Измерительная техника. 2007. №7. С. 10-13. 5. Конюхов А.Г. Метрологическое обеспечение в приборостроении. Аспекты управления. М.: Изд-во стандартов, 1990. 208 с. 6. Метрологическое обеспечение и эксплуатация измерительной техники/ Г.П. Богданов, В.А. Кузнецов, М.А. Лотонов и др.; Под ред. В.А. Кузнецова. М.: Радио и связь, 1990. 240 с. 7. Р 50-080-99. Системи вимірювальні інформаційні. Метрологічне забезпечення. Основні положення. 8. Кондрашов С.І. Методи підвищення точності систем тестових випробувань електричних вимірювальних перетворювачів у робочих режимах. Харьков: НТУ «ХПИ», 2004. 224 с. 9. Фомин А.Ф. Основы теории и расчета информационно-измерительных систем. М.: Машиностроение, 1991.-336 с. 10. Цветков Э.И. Процессорные измерительные средства. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1989. 224 с. 11. Р 50-076-98. Вимірювально-інформаційні системи та автоматизовані системи керування технологічними процесами. Методика визначення характеристик похибки вимірювальних каналів, до складу яких входить обчислювальний компонент.

Поступила в редколлегию 28.11.2007

Рецензент: д-р техн. наук, с.н.с. Морозов А.А.

Крюков Михаил Александрович, студент факультета ТКВТ ХНУРЭ. Научные интересы: метрологическое обеспечение распределенных измерительных систем. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14.

Руженцев Игорь Викторович, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой МИТ ХНУРЭ. Научные интересы: метрологическое обеспечение распределенных измерительных систем. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14.