

УДК. 681.518.3

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ СБОРА, ПЕРЕДАЧИ И ОБРАБОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Новиков Ю.А., заместитель главного конструктора, филиал ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» - ОКБ «Спектр», teandr@spectr.ryazan.ru

Тимашев А.В., заместитель главного конструктора, филиал ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» - ОКБ «Спектр», teandr@spectr.ryazan.ru

Филаткин С.В., главный конструктор проекта, филиал ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» - ОКБ «Спектр», 4370@spectr.ryazan.ru

Ключевые слова: распределённые системы, сбор и обработка информации в реальном времени.

Введение

Испытания ракетно-космической техники на полигонах и космодромах является заключительным и наиболее дорогостоящим этапом её создания. Полигонные испытания должны решать следующие задачи:

обеспечить подтверждение соответствия изделия заданным тактико-техническим и эксплуатационным характеристикам;

обеспечить безаварийное и безопасное проведение работ, связанных с пусками изделий РКТ;

обеспечить проведение испытаний в заданные сроки с минимизацией всех видов затрат (материальных, людских, экологических и т.д.);

оценить эксплуатационные характеристики создаваемого изделия на соответствие возможностям эксплуатирующих подразделений.

Наиболее важной задачей, из вышеперечисленных, является задача обеспечения безаварийности и безопасности на всей трассе полета, в том числе и в случае аварийных ситуаций. Данная задача не может быть решена без обеспечения специалистов, ответственных за безопасность, информацией о поведении изделия в ходе эксперимента или запуска (далее по тексту - «репортаж») и проведения оперативной (предварительной) обработки измерений в центре обработки в реальном времени (РВ) хода эксперимента.

В существующих системах обеспечения пусков репортаж проводится на основе собранной и обработанной измерительной информации (ИИ). Заложенные при построении систем принципы существенно различаются и могут влиять на эффективность использования систем при проведении испытаний. Исходя из вышеперечисленного, актуальной является научно-техническая задача оценки эффективности распределенных систем сбора ИИ, применяемых для испытаний и пусков ракет – носителей различного назначения.

В одной из отечественных систем - системе «Сбор-Р» [4] реализован принцип сбора репортажных потоков ИИ в РВ для ведения репортажа и проведения оперативной (предварительной) обработки измерений. Применение данного решения было в значительной степени

Настоящая статья содержит краткое описание методики оценки эффективности принципиальных решений, лежащих в основе существующих и перспективных систем сбора и обработки измерительной информации реального времени. Анализ моделей систем выявляет заложенный в каждом варианте потенциал по обеспечению качества системы и позволяет выбрать тип системы на этапе её проектирования в зависимости от ограничивающих критериев применения системы.

обусловлено низкой пропускной способностью каналов связи.

В настоящее время появилась возможность надёжной передачи в РВ полных потоков ИИ. Развитие данного подхода обусловлено, в первую очередь, повышением пропускной способности каналов связи. Вместе с тем, повышение пропускной способности систем связи ограничено высокой стоимостью ресурсов таких каналов, что сохраняет актуальность применения принципов передачи репортажных потоков ИИ в РВ.

Целью настоящей статьи является аннотация методики оценки характеристик систем сбора и обработки ИИ в РВ на основе анализа их моделей, необходимого для выбора оптимальных архитектурных решений в определённых условиях использования систем.

Варианты построения систем обработки информации РВ

С учётом представленных выше тенденций предложены аналитические модели, назначением которых является формальное сравнение различных вариантов архитектурных решений систем сбора и оперативной обработки информации, выявление заложенного в каждом варианте потенциала по повышению качества системы информационно-измерительного обеспечения испытаний в целом:

передача полных потоков данных в режиме РВ как с борта изделия, так и с измерительного пункта в центр для обработки и отображения;

передача с борта изделия полных потоков ИИ, формирование на измерительном пункте в режиме РВ репортажных потоков и передача в центр для обработки и отображения;

передача с борта изделия полных потоков ИИ, обработка данных для репортажа на измерительном пункте и передача в центр результатов обработки для отображения.

Представленные модели сведены в таблице 1.

Таблица 1.

№ пп	Наименование модели	Место обработки ТМИ		
		Изделие	Измерительный пункт	Центр обработки
А	«Вся обработка в центре»	-	-	+
Б	«Формирование репортажных потоков ТМИ на ИП, обработка в центре»	-	+	+
В	«Вся обработка на ИП»	-	+	-

По определению, приведённому в ГОСТ РВ 51987-2002 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Типовые требования и показатели качества функционирования информационных систем. Общие положения», под «информационной системой» понимается «АС, результатом функционирования которой является представление выходной информации для последующего использования». Рассматриваемые в статье системы обработки ИИ в РВ подпадают под данное определение. Поэтому при анализе вариантов архитектурных решений были использованы характеристики, с наборами соответствующих показателей, определённые вышеуказанным стандартом, в частности надёжность, своевременность и полнота представления информации.

Оценка эффективности вариантов построения систем

Аналитическая модель для оценки надёжности представления информации сформулирована следующим образом: при экспоненциальной аппроксимации распределений исходных характеристик и их независимости вероятность надёжного представления информации $P_{над}$ в течение заданного периода $T_{зад}$ вычисляют по формуле

$$P_{над} = \frac{T_{нар}^2}{(T_{вос} + T_{нар})(T_{зад} + T_{нар})},$$

где $T_{нар}$ – среднее время наработки на отказ технических средств, реализующих систему сбора ИИ;

$T_{вос}$ – среднее время восстановления технических средств системы после отказа;

$T_{зад}$ – задаваемый период надёжного функционирования.

Значения $T_{нар}$, $T_{вос}$ определяют в результате расчета, учитывающего характеристики надёжности технических средств.

Для общности учета влияния сбоев в сегменте радиосвязи, с учетом влияния ненадёжности технических средств, введем представление сбоя как самоустраниющегося отказа. Время восстановления («самовосстановления») принимаем равным времени передачи единичного элемента сигнала.

Требуемая своевременность обработки данных обеспечивается на основе выбора производительных средств обработки, технологий обработки запросов и рациональной настройки параметров. Процессы обработки данных в общем случае должны моделироваться как процессы массового обслуживания. Однако репортаж выполняется в РВ, процессы обработки регламентированы и должны, как правило, исключать флуктуацию времени обработки. Принимаем вместо вероятно-

стой оценку в виде заданной величины времени представления информации. В то же время, варианты архитектурных решений могут приводить к вариации времени представления информации α и ее составляющих: $\alpha = (\varpi + \delta + \beta)$, где ϖ – среднее время подготовки, δ – среднее время передачи и β – среднее время ввода в обработку и обработки, поэтому сама характеристика будет учитываться при оценке вариантов решений.

Под объектами учета (ОУ) предметной области будем понимать отдельные измерения параметров объекта испытаний. Технология доведения информации до центра обработки в рассматриваемых вариантах архитектурных решений различна (это передача всех измерений, части непосредственных измерений или передача данных в форме результатов обработки).

До момента пока новые ОУ, ранее неучтенные и появившиеся в динамике функционирования системы, не доведены до центра обработки, в системе формально отсутствует полнота оперативного отражения требуемых ОУ. Требуемая полнота обеспечивается на основе реализации в системе рациональных технологий сбора ИИ.

Для пуассоновского потока новых ОУ вероятность обеспечения полноты оперативного отражения вычисляют по формуле

$$P_{полн} = e^{-\lambda(\varpi + \delta + \beta)},$$

где: λ – частота появления новых ОУ в процессе функционирования системы;

В рассматриваемом случае уточнения требует характер потока новых ОУ. Поток данных телеизмерений в общем случае детерминированный и высокоинтенсивный. Без конкретных расчетов очевидно, что при $\alpha = 10$ с и реальной интенсивности измерений λ , вероятность $P_{полн}$ будет приближаться к нулевому значению. Формальный подход в данном случае должен быть изменен. В подобных моделях под потерей полноты будем понимать сообщения, отброшенные при обработке из-за искажений при передаче.

Исходными данными для параметров указанных выше моделей приняты:

в части технических средств системы:

$T_{нар} = 5173$ часов;

$T_{вос} = 1$ час;

$T_{зад} = 0,5$ часа (ориентировочное время сеанса репортажа);

в части сегмента передачи данных:

исходным условием для определения параметров модели приняты:

- сбой в сегменте передачи представляется отказом с самовосстановлением;

- вероятность ошибки на единичный элемент сигнала ($P_{ошC}$) – не более 10^{-6} в течение не менее 90% времени любого месяца;

- максимальная пропускная способность ($V_{макс}$) – 2048 кбит/с.

Для перехода к единообразному представлению сегмента передачи и вычислительных сегментов для сегмента передачи рассчитаны:

среднее время наработки на отказ $T_{нар} = 0,000135634$ часа.

$$(исходя из P_{надC} = 1 - P_{ошC} = e^{-\frac{t_{ec}}{T_{нар}}}, T_{нар} = -\frac{\ln(1 - P_{ошC})}{t_{ec}}),$$

где время передачи единичного сигнала

$$t_{ec} = \frac{1}{V_{макс}} = 4,88281 \cdot 10^{-7} \text{ с} = \frac{1}{V_{макс} \cdot 3600} = 1,35634 \cdot 10^{-10} \text{ часа};$$

среднее время восстановления

$$T_{вос} = t_{ec} = \frac{1}{V_{макс} \cdot 3600} = 1,35634 \cdot 10^{-10} \text{ часа.}$$

(как указано выше принимается, что время самовосстановления равно времени передачи единичного элемента сигнала);

Задаваемый период надежного функционирования $T_{зад}$ определяется особенностью радиотракта: его воздействие на передаваемый сигнал существует только в

момент передачи, поэтому $T_{зад}$ для каждого исследуемого варианта определяется исходя из требуемого объема (M_n) передаваемых по радиотракту данных:

$$T_{зад} = \frac{M_n}{2} t_{ec}$$

(2 в знаменателе учитывает особенность кодирования данных в радиотракте, при которой единичный сигнал передает 2 бита данных). Оценка M_n составляет: 760 Мбайт (для полного потока за сеанс, интенсивность 4 Мбит/с); до 190 Мбайт (для репортажного потока за сеанс, интенсивность от 0,1 Мбит/с {для типа МБР(РН) с минимальным набором телеметрируемых параметров} до 1 Мбит/с { для типа МБР(РН) с максимальным набором телеметрируемых параметров}); до 2 Мбайт (для результатов обработки).

Задержка представления данных в центр обработки в режиме РВ – 10 с. Принимается $\alpha \leq 10$ с, а значения ее составляющих: время подготовки (ϖ), передачи (δ) и ввода в обработку и обработки (β) варьируется в вариантах реализации архитектурных решений и определены в моделях экспертным путем.

Результаты расчета показателей оцениваемых вариантов сведены в таблицу и представлены ниже (Таблица 1).

Диаграммы с графическим представлением результатов сравнения представлены соответственно на рисунке (Рис. 1).

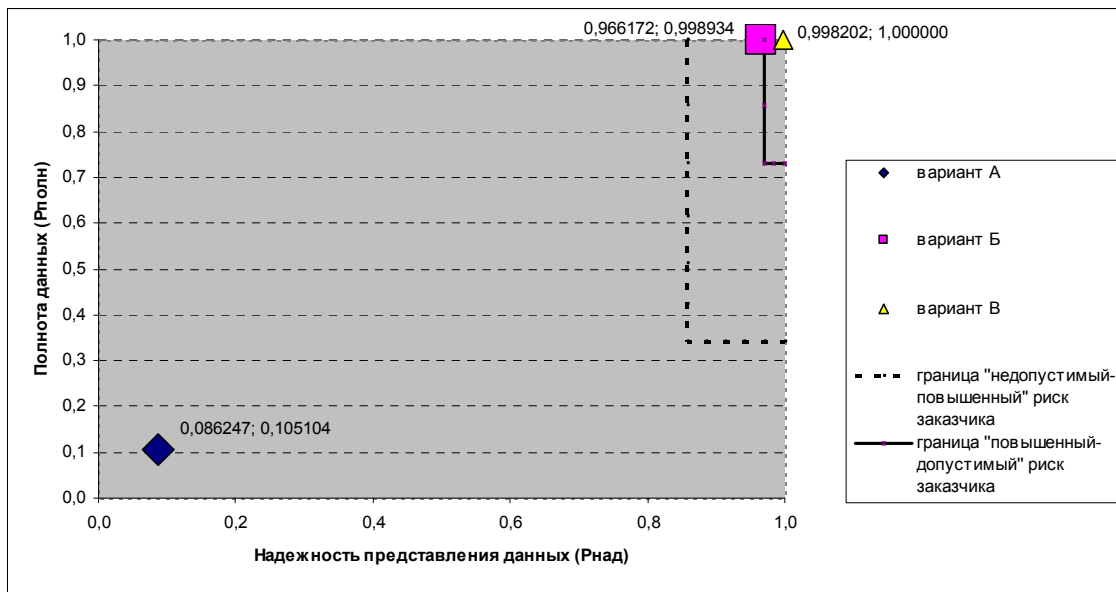


Рис. 1 Распределение вариантов решений в координатах $P_{над}$ и $P_{полн}$.

Таблица 1.

Результаты оценки вариантов реализации

вариант	А	Б	В
показатели			
Надежность представления информации			
Вычислительные сегменты (наработка на отказ), ч		5000	
Вычислительные сегменты (интенсивность отказов), 1/ч		0,000200	
Радиотракт (наработка на сбой), ч		0,000135634	
Радиотракт (интенсивность сбоев), 1/ч		7372,80	

Радиотракт (интенсивность однократных сбоев на 2 байта передаваемых данных), 1/ч	7372,78		
Радиотракт (интенсивность двух- и более краткратных сбоев на 2 байта передаваемых данных), 1/ч	0,02		
Оценки			
Вычислительные сегменты ($P_{над}^{BC}$)	0,9997		
Радиотракт ($P_{над}^{PT}$)	0,000641749	0,994579	0,9999999998
Система в целом ($P_{над}^{BC} \cdot P_{над}^{PT}$)	0,000641556	0,99428	0,99970
Время подготовки для передачи (ϖ), с	0,5	0,15	9
Время передачи (δ), с	0,5	0,15	0,05
Время ввода в обработку и обработки (β), с	9	9	0,15
Задержка представления информации в центр обработки (α), с	11,000983305	12,288559	12,1993999998
Полнота оперативного отражения ОУ $P_{полн}$	0,00116	0,99987	0,9999999997

Заключение

Из результатов анализа, представленных выше видно, что архитектурные решения с реализацией комплекса функций предобработки на измерительных пунктах позволяют, несмотря на недостаточную надежность радиотракта, получить удовлетворительные показатели надежности представления информации в центр обработки ($P_{над} = 0,994$; рекомендуемое стандартом значение – 0,99 /при допустимом риске заказчика/) и полноты используемой информации ($P_{полн} = 0,99987$ рекомендуемое стандартом значение – 0,9 /при допустимом риске заказчика/).

Литература

1. Меньшиков В.А. Полигонные испытания. Книга I. - М.: «КОСМО», 1997.
2. Олейник И.И., Суворов А.В., Пискунов А.А. Натурная отработка сложных технических комплексов. - М.: Наука, 1990.
3. ГОСТ РВ 51987-2002 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Типовые требования и показатели качества функционирования информационных систем. Общие положения» - М. 2002
4. Везенов В.И., Новиков Ю.А. Анализ методов оптимизации проектных решений при создании распределенных систем

сбора измерительной информации // 14-я международная научно-техническая конференция «Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций». Рязань: РГРТА, 2005. С. 98-99.

ESTIMATION OF EFFICIENCY OF SYSTEMS DESIGNED FOR GATHERING, TRANSFERRING AND PROCESSING THE REAL-TIME MEASUREMENT DATA

Y.A. Novikov, A.V. Timashev, S.V. Filatkin

Keywords: distributed systems, data gathering and processing in a real-time mode.

This article covers a brief description of methods for estimation of efficiency of principal decisions that are the basis for the existing and prospective systems designed for gathering and processing the real-time measurement data. An analysis of system models discovers the system quality provision opportunities for each variant. The analysis also allows people to choose a system type at the system design stage depending on restrictive criteria for system application.