

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-64098
от 18 декабря 2015 г.

Учредитель – Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Московской области «Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова»

(141074, Московская область, г. Королев, ул. Гагарина, д. 42)
Издается с сентября 2014 г.

Выходит 4 раза в год

ISSN 2409-1650

Журнал «Информационно-технологический вестник» включён в Перечень ведущих периодических изданий ВАК

Группы научных специальностей и научные специальности в рамках групп научных специальностей, по которым издание входит в Перечень*:
2. Технические науки; 2.2. Электроника, фотоника, приборостроение и связь; 2.3. Информационные технологии и телекоммуникации [2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации; 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей], *(не входит в Перечень ВАК);
2.5. Машиностроение [2.5.13. Проектирование конструкции и производство летательных аппаратов], *(входит в Перечень ВАК);
2.6. Химические технологии, науки о материалах, металлургия; [2.6.17. Материаловедение] *(входит в Перечень ВАК)

Подписной индекс в каталоге
«Почта России» ПП1997

Главный редактор
Артюшенко Владимир Михайлович,
д.т.н., профессор

Над выпуском работали
Паршина Ю.С.
Пирогова Е.В.
Багдасарян А.А.
Харитоновна А.А.

Адрес редакции:
141070, Королев,
Ул. Октябрьская, 10а
Тел. (495)543-34-31 (доб.138),
E-mail: rio-kimes@mail.ru,
Site: www.unitech-mo.ru

Редакция не несет ответственности за достоверность информации в материалах, в том числе рекламных, предоставленных авторами для публикации
Материалы приводятся в авторской редакции.

СОДЕРЖАНИЕ

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

Сидорова Н.П.
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АДАПТАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОНТЕНТА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ.....3

Суркова Л.Е., Рязанова Г.Н.
МЕТОДЫ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В РЕШЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ.....11

Хорев П.Б.
МНОГОФАКТОРНАЯ АУТЕНТИФИКАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПРИ УДАЛЕННОМ ДОСТУПЕ К ИНФОРМАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ.....20

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ, КОМПЛЕКСОВ И КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Логачева Н.В., Ладоньчева М.Л.
ОБЗОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ.....26

Мосалов О.П., Фоминов М.А.
АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ АЛГОРИТМОВ СУММАРИЗАЦИИ К ЗАДАЧЕ ТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....34

Светушков Н.Н.
УПРОЩЕННАЯ ВИЗУАЛИЗИРОВАННАЯ ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПОДВЕСКИ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕЛЕЖКИ.....41

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, КОНСТРУКЦИЯ И ПРОИЗВОДСТВО ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Аббасова Т.С., Петровская З.В.
ПОВЫШЕНИЕ ОПЕРАТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВОЙ ТЕЛЕМЕТРИИ В РАКЕТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.....49

Агеенко Ю.И., Бубнова А.С.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАССОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ МАЛОЙ ТЯГИ И ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК С НИМИ.....57

Булаева О.В., Черных Л.А.
СОВРЕМЕННЫЕ ПЕРЕБАЗИРУЕМЫЕ МОБИЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ОБРАБОТКИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ.....66

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

1. Барканов Е.Н., Dr.sc.ing.
2. Васильев Н.А., д.т.н., профессор
3. Леоненко Д.В., д.ф.-м.н., профессор
4. Тимофеев А.Н., д.т.н., профессор

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

1. Аббасов Э.М., к.т.н.
2. Аббасова Т.С., к.т.н., доцент
3. Бухаров С.В., д.т.н., профессор
4. Бершадский В.А., д.т.н., профессор кафедры
5. Воловач В.И., д.т.н., профессор
6. Кучеров Б.А., к.т.н.
7. Логачев И.А., к.т.н.
8. Логачева А.И., д.т.н., профессор
9. Макаров М.И., д.т.н., профессор
10. Матвиенко Ю.Г., д.т.н., профессор
11. Мороз А.П., д.т.н., профессор
12. Мосалов О.П., к.ф.-м.н.
13. Разумовский И.М., д.ф.-м.н., профессор
14. Рудаков В.Б., д.т.н., профессор
15. Самаров Е.К., д.т.н., доцент
16. Скрябин М.Л., к.т.н.
17. Соляной В.Н., к.т.н.
18. Стреналюк Ю.В., д.т.н., профессор
19. Халиулин В.И., д.т.н., профессор
20. Чесноков А.В., д.т.н.
21. Щурин К.В., д.т.н., профессор

Подписано в печать 23.06.2022

Формат В5

Печать офсетная. Усл.печ.л. 8,8

Тираж 500 экз.

Заказ № № 91-06

Отпечатано в типографии

ООО «Научный консультант»

г. Москва

Хорошевское шоссе, 35, корп. 2

Денискин Д.Г.

**ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ
КОСМИЧЕСКИХ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ.....74**

Мороз А.П., Полехина Г.Е., Полехин А.И.

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ ЦИКЛОГРАММЫ
КОМАНД ОПРОСА В МНОГОКАНАЛЬНЫХ
ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ
С ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМОМ СБОРОМ
ИНФОРМАЦИИ.....83**

Стреналюк Ю.В., Елькин С.В.

**СИНХРОНИЗАЦИЯ МНОГОКАНАЛЬНОГО СБОРА
ДАННЫХ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ
ДИСКРЕТИЗАЦИИ В МОМЕНТ РЕГИСТРАЦИИ.....97**

Юркевич Е.В., Крюкова Л.Н.

**МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ
К МЕХАНИЗМУ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ
В СИСТЕМАХ С ГИБРИДНЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ.....104**

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Коптилин Р.М.

**ВЛИЯНИЕ РАБОЧЕГО ТЕЛА (ГАЗА) НА РАСХОД
И КПД ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА.....115**

Сабо С.Е., Береснев С.А., Петров Н.А.

**СОЗДАНИЕ КОМПЛЕКСА ИССЛЕДОВАНИЯ
МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КОРРЕЛЯЦИИ
ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....122**

Шерина Ю.В., Луц А.Р., Амосов А.П.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИДА И КОЛИЧЕСТВА
ФЛЮСА НА ПРОЦЕСС СВС КОМПОЗИЦИОННОГО
МАТЕРИАЛА АМГ2-10% ТiС.....131**

УДК 004.05

Повышение оперативности обработки цифровой телеметрии в ракетно-технических системах

Т.С. Аббасова, кандидат технических наук,
доцент кафедры информационных технологий и управляющих систем,
З.В. Петровская, магистрант кафедры информационных технологий
и управляющих систем,
Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза,
летчика-космонавта А.А. Леонова», г. Королев, Московская область

Проанализирован существующий комплекс программного обеспечения для отображения телеметрической информации ракетно-технических систем в реальном режиме времени. Выявлена необходимость в разработке дополнительного клиент-серверного приложения для отображения цифровых массивов телеметрической информации с целью оптимизации процесса проведения испытаний изделий ракетно-космической техники и повышения оперативности оценки телеметрии.

Контрольные испытания, телеметрические массивы, цифровые параметры, оценка функционирования, клиент-серверное приложение.

Increasing the efficiency of processing digital telemetry in rocket systems

T.S. Abbasova, Candidate of technical Sciences, Associate Professor of the
Z.V. Petrovskaya, Master's student of the Department of Information Technologies
and Control Systems
Department of Information technologies and control systems
State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Moscow Region
«Technological University named after twice Hero of the Soviet Union,
pilot-cosmonaut A.A. Leonov», Korolev, Moscow region

The existing software package for displaying telemetric information of rocket-technical systems in real time is analyzed. The need for the development of an additional client-server application for displaying digital arrays of telemetric information in order to optimize the process of testing products of rocket and space technology and increase the efficiency of telemetry evaluation has been identified.

Control tests, telemetry arrays, digital parameters, performance evaluation, client-server application.

Введение

В дни предстартовых испытаний, на этапах пуска и выведения на орбиту

ракетно-космической техники (РКТ) специалисты и инженеры, находясь в центре управления полётами (ЦУП), контролируют в режиме реального времени значения параметров [1, С.17;2, С.76;3, С.20]. При отклонении параметров от нормы, оперативное реагирование позволяет избежать аварий РКТ [4, С.57;5, С.92;6, С.4;7, С.55]. В связи с необходимостью отображения цифровой информации на территории стартового комплекса и на рабочих станциях специалистов, актуальна разработка клиент-серверного приложения.

Постановка задачи

Разрабатываемая программа предназначена для оперативного отображения цифровой телеметрической информации. Программа позволит в режиме реального времени контролировать ключевые параметры цифровой вычислительной машины ЦВМ101 на этапе предстартовых испытаний, пуска и выведения на орбиту ракетно-космической техники, что позволит оперативно реагировать на возможные нештатные ситуации. Аналогов на данный момент не существует.

Разработка требований к программе для оперативного отображения цифровой телеметрической информации

Контрольные испытания являются завершающим циклом изготовления изделия. Задача контрольных испытаний – обеспечить проверку функционирования изделия и соответствие всех его характеристик нормативно-технической и эксплуатационной документации.

Объем и виды проводимых контрольных испытаний должны обеспечить гарантированную работоспособность изделия РКТ в процессе его применения по назначению [8, С.38;9, С.6].

Важность создания эффективных систем контроля и диагностики подтверждается следующими статистическими данными по затратам на этапах жизненного цикла изделия. Если стоимость устранения неисправности или несоответствия конструкторской документации на этапе изготовления составной части изделия принять за 1, то стоимость устранения его, при обнаружении на этапе входного контроля вырастает в 10 раз, а на этапе заводских контрольных испытаний в 100 раз, стоимость обнаружения и устранения несоответствия в процессе эксплуатации для пригодных к ремонту изделий возрастает в 1000 раз, а для изделий РКТ не выявленные несоответствия могут привести к ограничению выполнения целевых задач и даже к катастрофическим последствиям.

Разработанная программа как любое изделие до внедрения в эксплуатацию должна пройти полный цикл отработки: предварительную проверку с использованием информационных массивов результатов технического контроля, полученных в процессе отработки испытательных циклов на полноразмерном электрическом макете изделия или штатного изделия; проверку в составе системы контроля и диагностики на электрическом макете изделия (при его наличии); проведение этапа опытной эксплуатации в процессе испытаний реальных изделий.

Задача системы контроля и диагностики заключается в оценке функционирования объекта по результатам обработки телеметрических массивов цифро-

вой информации (ТМЦИ), формируемых бортовым комплексом управления для передачи через служебный канал управления. То есть, это оценка функционирования изделия при проведении испытаний по результатам обработки штатной телеметрической информации, получаемой с объекта в процессе его реальной эксплуатации.

Разработка клиент-серверного приложения для повышения оперативности обработки телеметрии

Проведем анализ существующих программных продуктов для отображения телеметрической информации. Обмен информацией между цифровой вычислительной машиной (ЦВМ101) и малой бортовой информационно-телеметрической системы (МБИТС-ТК) осуществляется по мультиплексному каналу обмена (МКО), построенному на основе интерфейса магистрального последовательного системы электронных модулей в соответствии с ГОСТ Р 52070-03.

Передача телеметрического массива цифровой информации (ТМЦИ) осуществляется по цифровому каналу обмена из ЦВМ101 в аппаратуру МБИТС 16-разрядными словами, составляющими ТМЦИ.

ТМЦИ состоит из пакетов телеметрической (ТМ) информации. Информационную часть пакета составляют информационные массивы.

Обработка телеметрической цифровой информации (программной телеметрии) выполняется в соответствии с настоящей методикой и базой данных (БД) описания переменных, содержащей перечень бортовых переменных с указанием их адресов, физических и логических характеристик, а также структуры ТМ-массивов программной телеметрии.

В данный момент для оперативного отображения информации используется следующее программное обеспечение (ПО):

- Клиент-серверная программа RecBITSv01 используется для приёма пакетов от источника телеметрии (частота 50 Гц, т.е. 50 раз в секунду).
- Клиент-серверная программа Tsrnode3 используется для приёма потока ТМИ от программы RecBITSv01 и передачи на клиентские программы отображения, программа преобразовывает полный поток в сокращенный (частота 1 раз в секунду).
- Программа 3D-визуализации, использует сокращенный поток телеметрии от программы Tsrnode3 и имитирует запуск и полёт РКТ.
- Программа Render может принимать как полный поток, так и сокращенный. Это основная программа для отображения телеметрии.

Структура взаимодействия ПО для отображения приведена на рисунке 1.

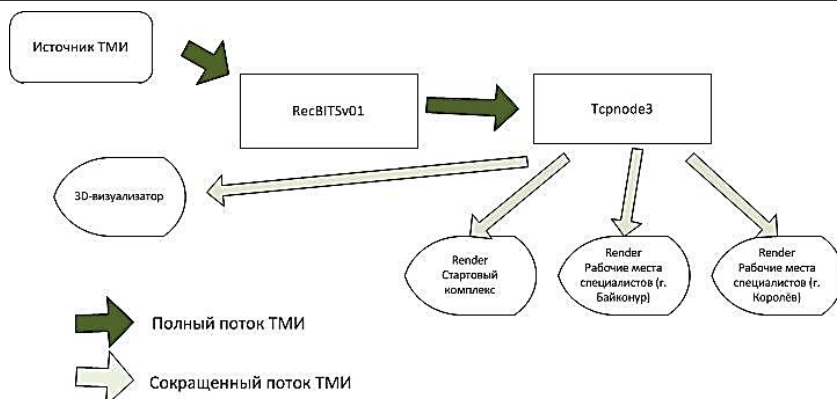


Рисунок 1 – Существующая структура взаимодействия программного обеспечения

Для отображения телеметрии в данный момент используется программа Render. Интерфейс программы представлен на рисунке 2.

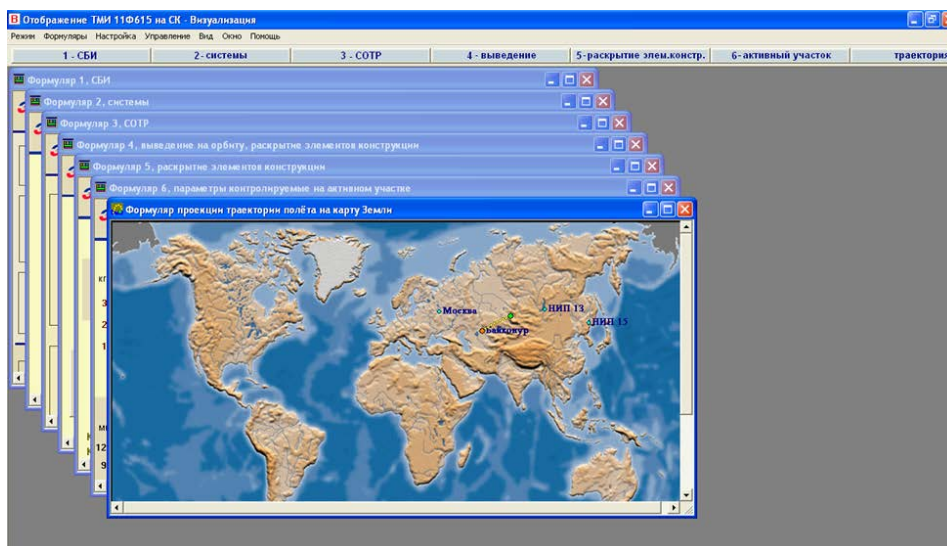


Рисунок 2 – Интерфейс программы Render

Основные преимущества программы Render: оперативное отображение параметров (за исключением цифровых), полученных с аппаратуры МБИТС-ТК: возможность перейти в режим конструирования для создания уникальных форматов для удобного и понятного представления информации; гибкие настройки программы; универсальность программного продукта вне зависимости от типа РКТ.

Недостатки программы Render: невозможность отобразить цифровые параметры с аппаратуры ЦВМ101; настройка и запуск должны осуществляться квалифицированным специалистом; невозможность обновления программы.

Таким образом, имеющееся ПО отображает неполную информацию, а значит необходимо разработать дополнительное приложение для обработки цифро-

вых массивов параметров. На рисунке 3 отражена планируемая структура взаимодействия ПО с учётом разрабатываемой программы.

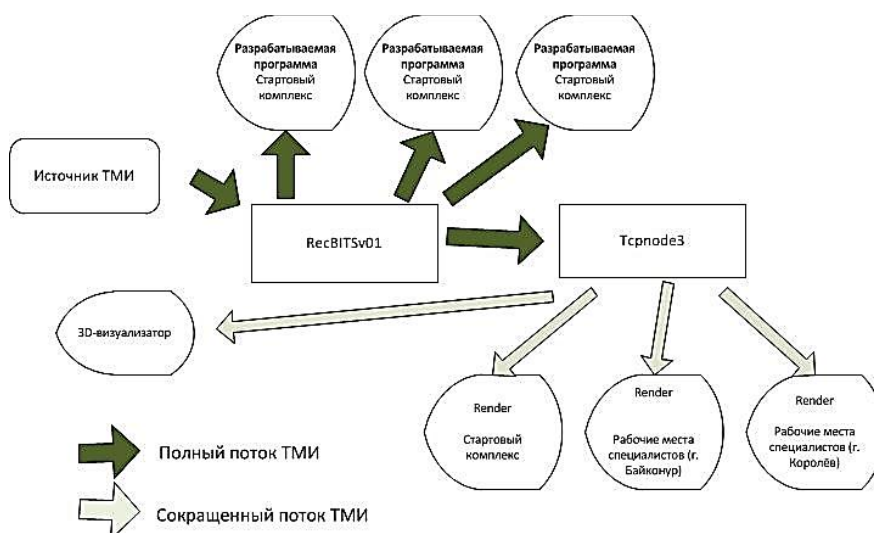


Рисунок 3 – Планируемая структура программного обеспечения

Для обмена цифровой информацией ЦВМ101 необходимо создать протокол ТСР/IP. Источником информации является клиент-серверная программа приёма и получения ТМИ из принятого потока пакетов ЦВМ101, ее интерфейс показан на рисунке 4.

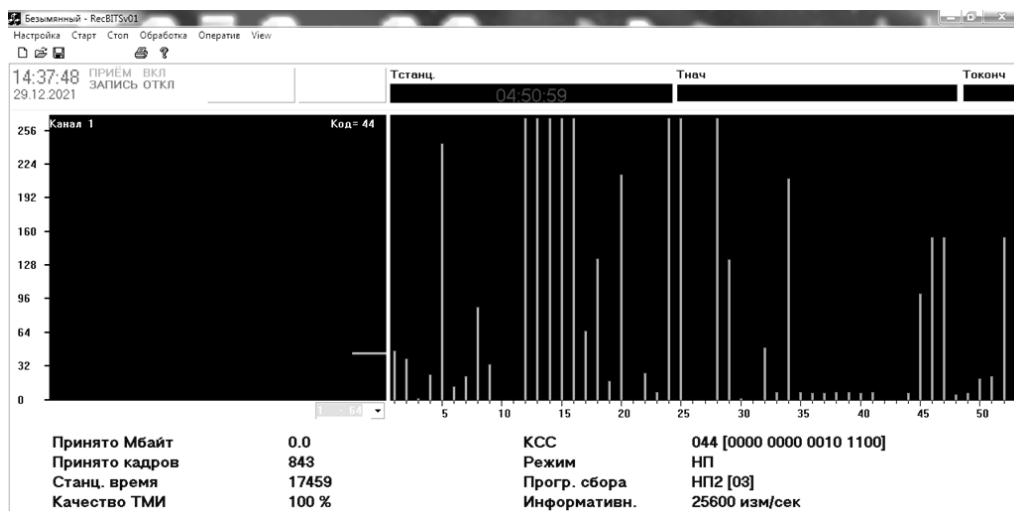


Рисунок 4 – Интерфейс клиент-серверной программы

Получатель информации – разрабатываемая программа обработки и отображения информации.

Определим последовательность запросов и ответов для установления со-

единения. С точки зрения сетевого взаимодействия программа-источник информации ЦВМ является ТСР-сервером, программа отображения – ТСР-клиентом. Порт обмена – либо порт, используемый для протокола 053 (12593, 12850), либо отдельно выделенный порт, протоколом это не ограничивается.

На момент начала работы ТСР-сервер должен быть запущен на прослушивание заданного порта. Программа отображения – ТСР-клиент – передаёт серверу запрос на подключение. При установлении соединения клиент отправляет серверу пакет длиной 12 байт – запрос на данные. Структура пакета: <KADRCVM101><0>, где ‘KADRCVM101’ – ключевое слово пакета (10 байт), следом 2-байтовое число 0. Если в течение 30 секунд от сервера не начинают поступать данные, значит, информации не будет, клиент разрывает связь.

Сервер, получив запрос на данные ЦВМ – пакет описанной выше структуры – начинает, если готов, отправлять клиенту пакеты с данными, без всяких дополнительных пакетов, сообщающих о начале такой передачи.

Структура пакета с данными ЦВМ приведена на рисунке 5.

KADRCVM101	LИнформационная часть.....
------------	---	--------------------------------

Рисунок 5 – Структура пакета

На рисунке 5 обозначены: KADRCVM101 – заголовок пакета (10 байт), L – длина информационной части пакета в байтах (2-байтовое число).

Общая длина передаваемого по сети буфера: L+12.

Информационная часть представляет собой массив данных. Первые 4 байта пишется время переданного пакета (В 1000-х долях секунды, целое число типа ‘long’). Оставшиеся L – 4 байта – пакет ЦВМ101. Максимальная длина пакета равна 256 байт (128 2-х байтовых слов).

Оценка эффективности обработки телеметрической информации с помощью созданного клиент-серверного приложения

На данный момент времени при запуске РКТ происходит отслеживание телеметрии на участке до 550 секунд (приблизительно) от времени контакта подъёма (время запуска РКТ). Свыше этого времени необходимо отслеживать цифровые параметры, получаемые из ЦВМ101.

Обработка цифровой телеметрии позволит получить более полную картину испытаний, а так же позволит отслеживать телеметрию до 1200 секунд (приблизительно).

Коэффициент полноты информации рассчитывается следующим образом:

$$K_p = \frac{P_d}{P_b} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где P_д – действительный показатель (фактическое количество отображаемых параметров); P_б – базовый показатель (общее количество параметров).

На примере транспортного беспилотного грузового корабля «Прогресс МС»: на данный момент есть возможность отобразить 1210 параметров, т.е. коэффициент полноты информации равен 30%. На диаграмме рисунка 6 показано, сколько остается необработанной телеметрии.

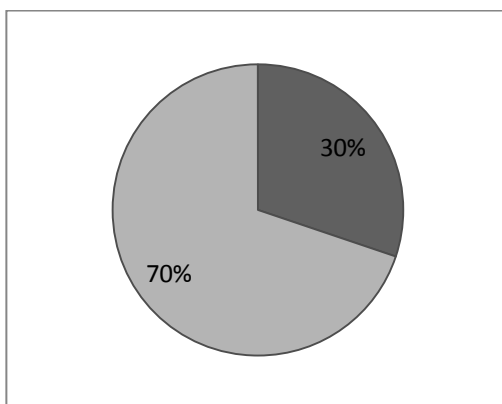


Рисунок 6 – Оценка полноты информации до внедрения клиент-серверного приложения

Необходимо повысить полноту отображаемой в реальном времени телеметрической информации. При обработке цифровой телеметрии, получаемой с ЦВМ101, появится возможность отследить еще 1984 параметра, а также 816 аварийных сообщений, что увеличивает полноту информации в разы.

Сравнительный анализ полноты информации до и после внедрения клиент-серверного приложения приведен на рисунке 7.

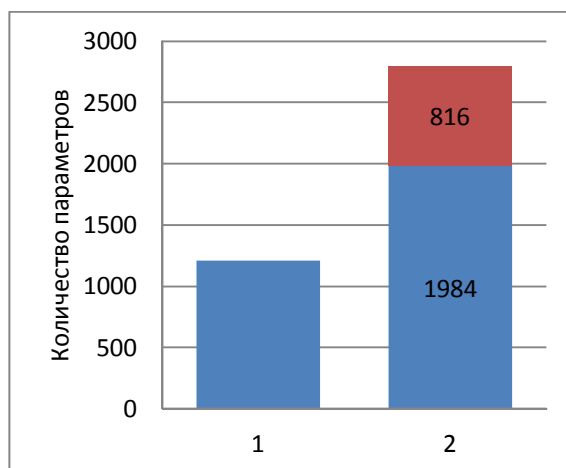


Рисунок 7 – Сравнительный анализ информативности:
(1) – до внедрения приложения; (2) – после внедрения приложения

Таким образом, полнота, и, соответственно, оперативность оценки, отображаемой в реальном времени телеметрической информации повышены. Коэффициент полноты информации увеличился на 70%.

Заключение

В ходе анализа существующих программ для отображения телеметрической информации был выявлен существенный недостаток – это невозможность отобразить цифровые параметры с аппаратуры центральной вычислительной машины ЦВМ101. Для их обработки и отображения необходима разработка и

внедрение клиент-серверного приложения.

Предлагаемое клиент-серверное приложение разработано в рамках научно-исследовательской работы кафедры информационных технологий и управляющих систем. Приложение будет являться основной программой отображения ЦТМИ на территории стартового комплекса и на рабочих станциях специалистов, оно в режиме реального времени отобразит значения ключевых параметров цифровой вычислительной машины ЦВМ101 на этапе предстартовых испытаний, пуска и выведения на орбиту ракетно-космической техники. Показано, что оптимизируется процесс проведения испытаний изделий РКТ, коэффициент полноты информации увеличивается на 70%. Это позволит оперативно реагировать на возможные нештатные ситуации, то есть повысится оперативность обработки.

Литература

1. Артюшенко В.М., Васильев Н.А., Аббасова Т.С. Комплекс полунатурного моделирования систем автоматического управления летательных аппаратов и ракетно-космической техники // Современные образовательные технологии, используемые в очном, заочном и дополнительном образовании / Сборник – Королев МО: Изд-во «Канцлер», Финансово-технологическая академия, ФТА, 2014. С. 17-22 (426 с.).
2. Теодорович Н.Н., Ковалев И.И., Семенов А.Б. Оптимизация параметров оборудования перспективных многоручевых спутниковых систем // Информационно-технологический вестник. 2020. № 3(25). С. 75-87.
3. Аббасова Т.С., Погосян А.Т. Анализ структуры наземного комплекса управления космическими летательными аппаратами // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2016): сб. статей VI международной заочной научно-технической конференции. Ч.1 / Поволжский гос. ун-т сервиса. Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 24-25.03.2016. С. 19-22 (345 с.).
4. Аббасова Т.С., Комраков А.А. Восстановление и проверка корректности телеметрических данных // Информационно-технологический Вестник. № 2(04). 2015. С. 55-64.
5. Андрейко А.Н., Кравец В.Г., Кучеров М.А., Лучинский В.П. Портативный комплекс приема телеметрической информации для передачи в центр управления полетами данных по спуску пилотируемых транспортных кораблей // Космическая техника и технологии. 2016. № 1(12). С. 90-98.
6. Додонов А.Г., Путятин В.Г. Радиотехнические средства внешнетраекторных измерений // Математические машины и системы. 2018. № 1. С. 3-30.
7. Кучеров Б.А. Адаптация мощности земных станций узловой сети спутниковой связи при работе в стволе с прямой ретрансляцией // Двойные технологии. 2015. № 1. С. 53-58.
8. Чечин Г.В. Тенденции и концепции построения сетей связи с использованием негеостационарных спутниковых группировок // Электросвязь. 2020. № 4. С. 36-43.
9. Аббасов Э.М. Методика оценки дальности приема современными телеметрическими средствами при пусках изделий с космодромов // Информационно-технологический Вестник. № 2(04). 2020. № 3(25). С. 3-12.