1. **ТМИВК**

К настоящему времени ТМИВК включает несколько территориально разнесённых составных частей:

* ТМИВК ЦУП – основная часть ТМИВК, реализующая телеметрическое обеспечение для:
* модулей РС МКС (ТМ-потоки: ФГБ1, ФГБ2, СМ1 (включая ТМИ МИМ1 и МИМ2), СМ2);
* ТПК «Союз»;
* ТГК «Прогресс»;
* МЛМ;
* ТМ-потоков, поступающих из Хьюстона в систему внешних обменов (ТМХ – статусная ТМИ, “contingency” – российская нештатная ТМИ, АВР – аварийно-предупредительная информация, НВН – наземные вычисления из Хьюстона, БПИ НЧ – полные потоки ТМИ СМ1 и СМ2, поступающие в систему внешних обменов от БИТС2-12 СМ РС МКС через БПИ НЧ, американские спутниковые и наземные средства связи);
* КА НСЭН (ТМ-потоки «Ресурс-П», «Ресурс-П №2», в 2013 г. «Бион‑М», в 2014 г. «Фотон-М»);
* ТМИВК РРСУ-Х – самостоятельная часть ТМИВК, реализующая телеметрическое обеспечение РС МКС в режиме резервного управления в РРСУ-Х для ТМ‑потоков ТМХ (статусная ТМИ) и “contingency” (российская нештатная ТМИ), поступающих через АС МКС;
* ТМИВК для КА НСЭН «Канопус-В» и БКА – самостоятельная часть ТМИВК, реализующая телеметрическое обеспечение для КА «Канопус-В» (ЦУП), БКА (г. Минск).

Существующий ТМИВК ЦУП позволяет выполнять функции приема и обработки ТМИ, поступающей с различных средств НКУ в различных структурах. В то же время ТМИВК ЦУП является энергоемким, занимает большие производственные площади, поскольку состоит из большого количества вычислительных средств, использующих разнообразные технические решения и разнообразные технические и программные платформы, его администрирование и обслуживание трудоемко.

* 1. **ТМИВК ЦУП**

К задачам, решаемым на телеметрическом комплексе ЦУП, относятся:

* прием ТМИ от средств наземного автоматизированного комплекса управления, моделирующих стендов предприятий-разработчиков КА, зарубежных центров управления по наземным и спутниковым каналам связи от объектов программы МКС (включая модернизированные корабли «Союз МС», «Прогресс МС»), автоматических КА НСЭН;
* подготовка исходных данных для обработки, анализа, отображения, документирования ТМИ;
* обработка и анализ служебной и научной ТМИ, поступающей от различных телеметрических систем с информативностью от нескольких килобит до нескольких мегабит в секунду в режимах непосредственной передачи ТМИ и воспроизведения ранее запомненной информации;
* представление результатов обработки и анализа ТМИ в различных формах;
* хранение принятой и обработанной ТМИ в телеметрических архивах за все время существования КА;
* распространение результатов обработки и анализа ТМИ для различных категорий пользователей;
* взаимодействие с российскими и зарубежными организациями в целях обеспечения выполнения совместных космических программ.

Существующий телеметрический информационно-вычислительный комплекс ЦУП состоит из основной и резервной линеек, работающих в режиме «горячего» резервирования, в каждую из которых входят следующие основные системы:

* система планирования и организации работы службы ТМО (СПОРС);
* система сбора и коммутации потоков ТМИ (ССКП);
* система внешних обменов (СВО);
* система предварительной обработки ТМИ (СПрО);
* центральная система (ЦС);
* система обработки медицинской информации (СОМИ);
* комплекс архивирования;
* система документирования.

Между собой системы ТМИВК ЦУП взаимодействуют через локальную сеть ТМИВК, обмениваются телеметрической или иной информацией. На рисунке 1 представлена схема информационных потоков в ТМИВК ЦУП.

На рисунке 2 представлена функциональная схема существующего ТМИВК ЦУП, содержащая состав аппаратных средств для систем ТМИВК.

Следует отметить, что ТМИВК ЦУП является трёхуровневым комплексом и включает следующие самостоятельные этапы: предварительная обработка ТМИ, центральная система ТМИВК и архивирование ТМИ (обеспечивает выдачу ТМ-данных на документирование, отображение и другим пользователям).

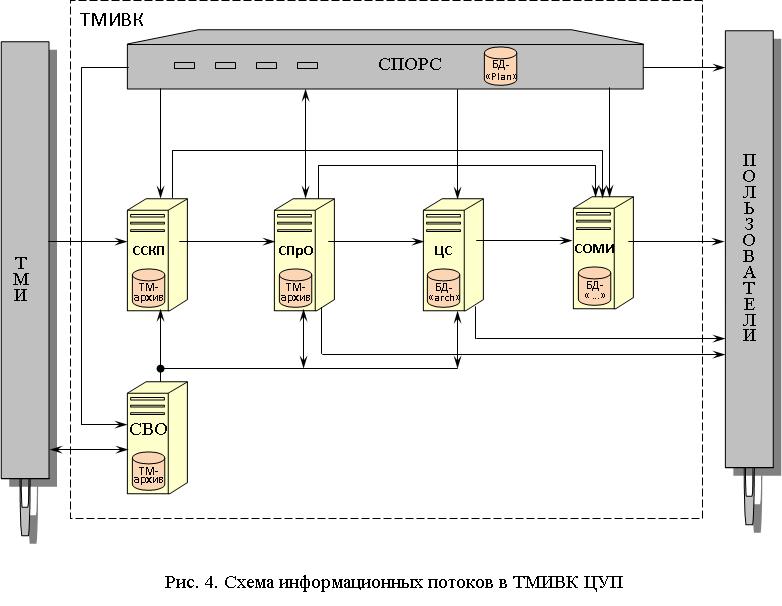


Рисунок 1. Схема информационных потоков в ТМИВК ЦУП

Рисунок 2

* + 1. **Система планирования и организации работы службы ТМО**

Система планирования и организации работы службы ТМО (СПОРС) предназначена для:

* сопровождения (наполнения, удаления, коррекции) базы данных «Plan», содержащей расписание сеансов связи;
* подготовки технических средств ТМИВК к проведению сеансов связи по всем объектам РС МКС и КА НСЭН;
* предоставления информации службам ЦУП о проводимых сеансах связи и задействованных средствах наземного комплекса управления.

СПОРС состоит из:

* кластера серверов HP Proliant DL180 G6 (с установленными ОС Linux Fedora v.19, СУБД PostgreSQL, веб-сервером Apache и контейнером сервлетов Tomcat), предназначенного для:
* ведения БД «Plan»;
* обеспечения своевременного предоставления информации операторам систем ТМИВК и другим службам ЦУП о предстоящих сеансах связи с указанием имен объектов и времени начала и конца сеанса связи с ними;
* рабочей станции HP dc 7800 (с установленной ОС Windows XP), предназначенной для редактирования расписания сеансов связи.
  + 1. **Система сбора и коммутации потоков ТМИ**

Система сбора и коммутации потоков ТМИ (ССКП) обеспечивает прием полных потоков телеметрической информации, поступающей в ЦУП по спутниковым и волоконно-оптическим линиям связи, коммутацию потоков на средства обработки ТМИ (системы предварительной обработки ТМИ и системы обработки медицинской информации). ССКП обеспечивает контроль качества поступающей информации с отображением результатов контроля на рабочих станциях управления ССКП ТМИ, а также хранение исходной ТМИ в архиве сервера данной системы.

* + 1. **Система внешних обменов ТМИВК ЦУП**

Система внешних обменов (СВО) ТМИВК ЦУП осуществляет обмен (приём/передачу) различными видами ТМИ с ЦУП им. Джонсона (г. Хьюстон, США), с КЦ им. Маршалла (г. Хантсвилл, штат Алабама, США), европейским ЦУП COL-CC (г. Оберпфаффенхофен, Германия), с системой предварительной обработки ТМИ и центральной системой ТМИВК ЦУП, реализуя необходимое преобразование ТМИ.

СВО состоит из:

* рабочей станции (HP xw4300, OC Ubuntu Linux 10.04) для обменов с NASA, предназначенной для:
* передачи в ЦУП-Х обработанной служебной ТМИ, принятой из центральной системы по потокам СМ1, ФГБ1, ФГБ2;
* передачи в ЦУП-Х американской нештатной ТМИ, принятой из системы предварительной обработки ТМИ по борту СМ1;
* приёма из ЦУП-Х статусной ТМИ и передачи её в центральную систему по потоку ТМХ;
* приёма из ЦУП-Х российской нештатной ТМИ и передачи её в центральную систему по потоку СМ1;
* приёма из ЦУП-Х ТМИ наземных вычислений и передачи её в центральную систему по потоку НВН;
* приёма из ЦУП-Х ТМИ аварийно-предупредительной информации и передачи её в центральную систему по потоку АВР;
* приема полных потоков ТМИ РС МКС (потоки СМ1 и СМ2), получаемых через ЦУП-Х, и передачи их в ЛВС ТМИВК для системы предварительной обработки ТМИ и для других пользователей;
* рабочей станции (HP xw4300, OC Ubuntu Linux 10.04) для обменов с ESA, предназначенной для:
* приёма из ЦУП-ЕКА ТМИ европейского грузовика ATV и передачи её в центральную систему по потоку ATV;
* передачи в ЦУП-ЕКА обработанной служебной и российской нештатной ТМИ, принятой из центральной системы по потокам СМ1 и СМ2.
  + 1. **Система предварительной обработки ТМИ**

В системе предварительной обработки ТМИ осуществляется прием информации, выделение из потока ТМИ телеметрических кадров, раскоммутация кадров с целью выделения измерений по отдельным параметрам, выделение измерений по параметрам научной и медицинской информации, формирование структур БВС, фильтрация измерений, сжатие измерений, запись ТМИ в телеметрический архив, передача ТМИ в центральную систему ТМИВК, систему обработки медицинской информации и пользователям.

Система предварительной обработки ТМИ (СПрО) состоит из:

* рабочей станции обработки ТМИ HP Z800 (ОС Linux Fedora v18), предназначенной для:
* взаимодействия программно-технических средств СПрО с ССКП ТМИ и со станциями планирования и управления обработкой ТМИ;
* организации записи телеметрической информации, поступающей одновременно с разных источников, в файлы для послесеансного анализа качества принятой ТМИ, отладки исходных данных и программ;
* приведения полученных данных к единому формату и буферизации данных в оперативной памяти;
* распределения и переключения в реальном времени буферизованных полных потоков ТМИ по задачам обработки в соответствии с командами оператора, поступающими от средств планирования и управления обработкой;
* фильтрации полного потока служебной ТМИ от помех;
* раскоммутации ТМ-параметров 2-й и 3-й ступеней коммутации;
* калибрования ТМ-параметров;
* тарирования ТМ-параметров;
* раскоммутации и фильтрации от помех ТМ-параметров бортовых вычислительных машин;
* формирования пакетов данных с существенно изменившимися значениями ТМ-параметров в соответствии с заданными диапазонами и передачи их в реальном времени в ЛВС для дальнейшего использования;
* рабочей станции планирования и управления обработкой ТМИ НР dc7800 (ОС Linux Fedora v18), предназначенной для:
* ручного и автоматического планирования и управления предварительной обработкой ТМИ;
* визуального представления качества ТМИ, поступающей от разных источников ТМИ;
* коммутации обрабатываемых полных потоков ТМИ в соответствии с их качеством;
* сервера взаимодействия с архивом и пользователями (ОС Linux Fedora v18), предназначенного для:
* записи и хранения (оперативного и долговременного) в комплексе архивирования ТМИВК файлов с результатами предварительной обработки ТМИ, принятых за время сеанса связи, для последующего доступа к ним специалистов ГОГУ;
* взаимодействия с автоматизированными рабочими местами специалистов ГОГУ и системой графической регистрации;
* буферизации в реальном времени пакетов с результатами предварительной обработки ТМИ и пакетов всех измеренных значений для:
* построения графиков реального времени;
* передачи пакетов пользователям в СОМИ, в сервер КПО, на рабочие места специалистов ГОГУ.
  + 1. **Центральная система ТМИВК**

В центральной системе (ЦС) ТМИВК осуществляется прием информации, тарирование измерений (перевод в физические единицы), формирование обобщенных параметров, проведение анализа ТМИ, запись результатов обработки в телеметрический архив. ЦС ТМИВК обеспечивает передачу результатов обработки на отображение, в систему внешних обменов ТМИВК для последующей передачи в НАСА и ЕКА, передачу результатов обработки в другие ИВК ЦУП и внешним пользователям.

ЦС ТМИВК состоит из:

* сервера обработки (рабочей станции НР с8000 с архитектурой PA‑RISC, с установленной ОС HP-UX 11.11) предназначенного для:
* приёма ТМИ от системы предварительной обработки ТМИ;
* приёма ТМИ от системы внешних обменов (СВО);
* обработки (первичной и вторичной) ТМ-параметров, получаемых из системы предварительной обработки ТМИ;
* обработки (первичной и вторичной) ТМ-параметров, получаемых из СВО;
* обработки цифровой информации, получаемой в массивах БВК;
* автоматизированного анализа служебной ТМИ;
* выдачи в реальном времени результатов обработки и анализа служебной ТМИ в комплекс ИСО;
* выдачи в реальном времени результатов обработки и анализа служебной ТМИ на сервер архива ЦС ТМИВК;
* хранения исходных данных для первичной и вторичной обработки ТМИ, а также для задач анализа ТМИ;
* сервера архива – сервера связи с архивом и пользователями HP Proliant ML350 (ОС Linux Fedora v18), предназначенного для:
* формирования оперативного и долговременного ТМ-архива ЦС ТМИВК;
* обеспечения доступа к ТМИ из ТМ-архива ЦС ТМИВК с рабочих мест внешних и внутренних пользователей с использованием клиентских приложений ЦС, в том числе через веб-интерфейс;
* выдачи ТМИ из ТМ-архива ЦС ТМИВК в ГОГУ, БНО, МИОП, НКО РКК «Энергия», российский региональный сектор управления в Хьюстоне;
* выдачи результатов обработки ТМИ на средства документирования;
* выдачи результатов обработки российской ТМИ в систему внешних обменов для передачи зарубежным партнёрам;
* рабочей станции планирования и управления работой ЦС ТМИВК (с архитектурой x86, ОС Ubuntu Linux 10.04), предназначенной для:
* планирования сеансов связи на ЦС ТМИВК;
* хранения исходных данных для системы документирования;
* управления послесеансной обработкой ТМИ (документирование ТМИ и обработка ТМИ режима ВП);
* рабочей станции функционального контроля ЦС (ОС Windows XP), предназначенной для контроля и администрирования серверов архива.
  + 1. **Система обработки медицинской информации ТМИВК**

Система обработки медицинской информации (СОМИ) ТМИВК осуществляет:

* приём ТМИ от ССКП, от системы предварительной обработки ТМИ или по запросу из ТМ-архива ЦС ТМИВК;
* обработку медицинских параметров по специальным алгоритмам;
* архивирование ТМИ в БД;
* предоставление результатов обработки в группу медицинского обеспечения (ГМО) ГОГУ и специалистам по скафандрам при обеспечении внекорабельной деятельности.

Система обработки медицинской информации ТМИВК состоит из:

* сервера приёма и обработки медицинской информации (HP Proliant DL180 G6, ОС Windows 7), предназначенного для:
* приёма ТМИ от ССКП;
* приёма параметров медицинского контроля состояния здоровья космонавтов, результатов медицинских научных экспериментов, параметров систем обеспечения жизнедеятельности (СОЖ), радиационного контроля (СРК), параметров положения и ориентации МКС в пространстве от системы предварительной обработки телеметрической информации;
* обработки параметров медицинского контроля, медицинских научных экспериментов, параметров СОЖ, СРК и параметров положения и ориентации МКС в пространстве;
* сервера базы данных медицинской информации (HP Proliant ML350, ОС Windows 2003 srv), предназначенного для предоставления доступа пользователям в соответствии с их статусом с рабочих мест к результатам обработки медицинских параметров, параметров СОЖ, СРК и параметров положения и ориентации МКС в пространстве для проведения медицинского контроля состояния здоровья космонавтов, анализа результатов медицинских научных экспериментов и состояния окружающей среды обитания;
* сервера распределения медицинской информации потребителям и внешних обменов (HP Proliant ML350, ОС Windows 2003 srv), предназначенного для передачи внешним пользователям результатов обработки медицинских параметров, параметров среды обитания, параметров положения и ориентации МКС в пространстве.
  + 1. **Комплекс архивирования**

Комплекс архивирования предназначен для оперативного и долговременного хранения ТМ-информации от различных систем ТМИВК.

Комплекс архивирования ТМИВК объёмом 48 Тбайт состоит из сетевых систем хранения данных Х1600 и Х1630, предназначенных для:

* круглосуточного сбора и хранения следующей информации:
* необработанной (“сырой”) телеметрической служебной и научной информации, поступающей в ЦУП-М в составе полных потоков;
* телеметрической информации, полученной с испытательных стендов, для проведения тренировок и отладки программного обеспечения службы ТМО;
* статусной ТМИ, получаемой из ЦУП-Х;
* пакетов нештатной телеметрической информации (contingency telemetry), получаемой из ЦУП-Х;
* полных потоков СМ РС МКС, получаемых из ЦУП-Х;
* обработанной (на уровне системы предварительной обработки и центральной системы) телеметрической служебной и научной информации;
* телеметрической информации, получаемой от КА НСЭН;
* долговременного хранения всей поступающей телеметрической информации за все время полета РС МКС и др. КА;
* предоставления доступа к телеметрическому архиву средствам документирования и графической регистрации ТМИВК;
* предоставления доступа к информации специалистам ГОГУ РС МКС со специализированных рабочих мест пользователей, подключенных к ЛВС ГОГУ, по их запросу и в соответствии с их статусом;
* предоставления доступа к информации по всем КА, находящимся в сфере управления ЦУП, внешним пользователям со специализированных рабочих мест, подключенных к ЛВС ЦУП, по их запросу и в соответствии с их статусом;
* предоставления доступа к телеметрическому архиву средствам обработки ТМИВК для проведения тренировок, а также с целью отработки программного обеспечения службы ТМО;
* передачи результатов обработки телеметрической информации другим службам ЦУП;
* возможности одновременной работы многих пользователей в различных эксплуатационных режимах.
  + 1. **Система документирования**

Система документирования предназначена для получения твёрдых копий документов на разных этапах обработки ТМИ.

Система документирования ТМИВК ЦУП состоит из двух широкоформатных лазерных принтеров Psi PP 4050 XP, предназначенных для выдачи твердых копий документов по запросам специалистов ГОГУ.

* 1. **ТМИВК РРСУ-Х**

Российский региональный сектор управления в ЦУП-Х (РРСУ-Х) функционирует в двух режимах: в штатном режиме и в режиме резервного управления.

ТМИВК РРСУ-Х обеспечивает режим резервного управления BCC (Backup Command and Control), предоставляет возможность управления РС МКС из РРСУ-Х (без участия ЦУП-М).

ТМИВК РРСУ-Х при функционировании в режиме резервного управления BCC имеет два комплекта технических средств (основной и резервный), каждый комплект состоит из:

* сервера ТМО (HP rp3410, ОС HP-UX), предназначенного для:
* приёма ТМИ, поступающей через АС МКС, в составе:
* статусных данных ТМХ;
* российской нештатной “contingency” ТМИ;
* передачи принятой ТМИ на обработку;
* обработки ТМИ, поступающей через АС МКС, в объёме:
* первичной и вторичной обработки ТМИ;
* анализа ТМИ;
* организации в реальном масштабе времени приёма результатов обработки и автоматизированного анализа ТМИ для текущего сеанса связи по бортам: СМ1 (через ТМИ “contingency”) и ТМХ;
* выдачи ТМ-данных по запросу на клиентские места пользователей в РРСУ-Х в реальном масштабе времени;
* рабочего места администратора в РРСУ-Х, предназначенного для:
* контроля и управления работой программных компонентов, функционирующих на сервере ТМО;
* клиентских мест пользователей в РРСУ-Х, предназначенных для:
* просмотра в реальном масштабе времени формуляров отображения с результатами обработки ТМИ, поступающей через АС МКС.

Программное обеспечение ТМИВК РРСУ-Х включает следующие программные компоненты:

* СМО приёма ТМИ, поступающей через АС МКС;
* СМО обработки ТМИ, поступающей через АС МКС, в РРСУ-Х;
* СМО автоматизированного анализа ТМИ, поступающей через АС МКС, в РРСУ-Х;
* СМО сервера обменов ТМО РРСУ-Х;
* СМО контроля и администрирования сервера обменов ТМИ РРСУ-Х;
* СМО системы отображения ТМИ в РРСУ-Х.

Необходимо учитывать, что в режиме ВСС не создаётся никакого  
ТМ-архива, просмотр результатов обработки ТМИ возможен только с формуляров отображения в реальном времени, и после сеанса возможен просмотр последнего сохранившегося на формулярах отображения состояния различных бортовых систем.

* 1. **ТМИВК для КА НСЭН «Канопус-В» и БКА**

Телеметрический информационно-вычислительный комплекс для КА НСЭН «Канопус-В» разработан для зала управления «Канопус-В», расположенного в ЦУП.

ТМИВК для КА НСЭН «Канопус-В» предназначен для круглосуточного информационно-телеметрического обеспечения полёта КА «Канопус-В».

Технические средства ТМИВК для КА НСЭН «Канопус-В» состоят из:

* АРМ обработки и анализа ТМИ, предназначенного для:
* формирования исходных данных в соответствии с документацией Главного конструктора КА «Канопус-В» в виде таблиц символьных данных, описывающих бортовую аппаратуру КА «Канопус-В»;
* формирования в ЦБД ЦУП оперативных таблиц исходных данных для функционирования программ обработки и анализа ТМИ;
* ввода исходных данных оператором в режиме диалога с использованием языка входной формализованной документации;
* автоматизированного контроля заведенных исходных данных с выдачей оператору результатов контроля и обеспечения возможности оператору производить корректировку исходных данных;
* подготовки исходных данных для функционирования программ графического представления (визуализации) динамических процессов, происходящих с КА «Канопус-В» при выведении в начальных режимах ориентации и на этапе штатной эксплуатации, на рабочих местах операторов, а также на табло коллективного пользования;
* подготовки исходных данных для представления на рабочих местах операторов телеметрической информации в виде мнемосхем с целью обеспечения автоматизированного обобщенного контроля состояния отдельных подсистем КА «Канопус-В»;
* приёма потока ТМИ от АРМ управления и обмена с НС КИС;
* оценки качества входного потока ТМИ;
* отбраковки информации недостоверных ТМ-кадров;
* дешифровки структур массивов ТМИ, выделения из них параметров, их преобразования в соответствии с подготовленными ИД и привязки ко времени формирования на борту;
* обработки информации калибровочных уровней и масштабирования аналоговых параметров;
* тарирования аналоговых, цифровых, кодовых и сигнальных параметров в соответствии с критериями ИД;
* проведения допускового контроля;
* реализации согласованных типовых алгоритмов вторичной обработки в соответствии с ИД;
* реализации в соответствии с документацией ГК алгоритмов анализа и диагностирования состояния КА «Канопус-В»;
* автоматического контроля и диагностики состояния всех систем КА «Канопус-В» при штатном и нештатном функционировании КА «Канопус-В»;
* формирования выходных структур параметров на каждой стадии обработки ТМИ для записи в архив;
* архивирования ТМИ;
* выделения и записи в БД ЦУП массивов информации системы спутниковой навигации КА «Канопус-В», передаваемых в составе телеметрического кадра, для передачи их в комплекс БНО;
* передачи «сырой» ТМИ в сектор главного конструктора (СГК);
* обеспечения доступа к архивной информации;
* АРМ отображения ТМИ, предназначенного для:
* оперативного отображения результатов обработки ТМИ на согласованных формулярах, таблицах, графиках;
* отображения состояния систем КА «Канопус-В» в виде мнемонических схем и диаграмм состояния КА «Канопус-В», а также значений ТМ-параметров, заявленных оператором;
* визуализации (графического представления) динамических процессов, происходящих на КА «Канопус-В»;
* документирования ТМИ, которое должно осуществляться в дешифрованном и недешифрованном виде;
* печати результатов обработки ТМИ;
* сервера БД, предназначенного для:
* хранения исходных данных для обработки, отображения и документирования.

Программное обеспечение ТМИВК для КА НСЭН «Канопус-В» включает следующие программные компоненты:

* программу подготовки исходных данных для работы программы анализа, диагностики и контроля состояния КА «Канопус-В»;
* программу приёма и предварительной обработки ТМИ;
* программу первичной обработки ТМИ;
* программу вторичной обработки ТМИ;
* программу анализа, диагностики и контроля состояния БКА и средств НКУ;
* программу формирования, подготовки и отображения мнемонических схем и диаграмм состояния систем КА «Канопус‑В»;
* программу подготовки графических образов динамических процессов, происходящих с КА «Канопус-В» при выведении в начальных режимах ориентации и на этапе штатной эксплуатации, их представления на рабочих местах операторов, а также на табло коллективного пользования.

Следует отметить, что ТМИВК для КА НСЭН «Канопус-В» является одноуровневым комплексом: весь процесс обработки ТМИ (предварительная обработка ТМИ, первичная обработка, вторичная обработка, анализ, архивирование, обслуживание пользователей) может выполняться на одном компьютере.

1. **БИВК**

БИВК имеет 4 направления:

1. Баллистическое обеспечение полёта МКС
2. Баллистическое обеспечение спутников КА НСЭН
3. АСПОС (в том числе космический мусор)
4. Перспективы (дальний космос, Луна, Марс)

Задачи:

* определение орбиты;
* определение оптимального момента старта;
* определение параметров перелёта (стыковки, коррекции);
* определение точки либрации/Лагранжа («Спектр-РГ» - 1,5 млн. км);
* …

**Баллистическое обеспечение полёта МКС**

На борту происходит определение орбиты по спутникам ГЛОНАСС (GPS), далее информация передаётся по ТМ-потоку на Землю и далее в ЦУП, в БИВК.

При прогнозировании орбиты учитывается солнечный ветер, влияние Луны, Земли и др.

В задачи БИВК входят расчёты манёвров при сближении, формировании орбиты, отклонении от космического мусора.

Расчёт орбиты МКС – сложнее, чем кажется (во многом решается вручную).

Задачи:

1. Поддержание орбиты, которая постоянно изменяется в силу торможения в атмосфере.
2. Определение условий для старта КА (топливо ограничено). Существуют:

* 2-хсуточная схема стыковки;
* 4-хвитковая схема стыковки, при которой условия более жёсткие, сложнее разрабатывать схему маневрирования, плотность атмосферы определяется с большими ошибками, уклонение от мусора является политерминальной задачей, схема маневрирования рассчитывается на полугодовой период.

1. Определение условий спускового манёвра, для которого необходимо рассчитать:

* параметры спуска;
* район посадки (для ПСС – поисково-спасательной службы);
* параметры для нештатного спуска, который может быть в любое время из-за нештатной ситуации;
* параметры баллистического спуска, который может произойти из-за срыва управляемого спуска.

1. Определение сеансов связи, для которых необходимо рассчитать:

* зоны «свет-тень» и зоны видимости КА для НИП;
* закладки для определения угла антенны для НИП (углы захвата КА).

1. Уклонение от космического мусора:

* доступ к информации через американские средства, через каталог (Космический мусор);
* выявление опасных ситуаций, расчёт моментов сближения с космическим мусором, ответственность за безопасность МКС закреплена за американской стороной;
* моделирование поведения мелкой фракции космического мусора, <10 см – НИП не увидит (неуправляемый объект), образование облака мелких осколков может привести к потере доступа в космос;
* >10 см – можно засечь средствами слежения, сколько топлива должно быть на КА для парирования столкновений;
* прогнозирование момента и области падения космического мусора, при расчётах необходимо учесть требования по минимизации расхода топлива и др.

1. **КИВК**

КИВК обеспечивает управление РС МКС (СМ, ФГБ, МИМ1, МЛМ, …). Для каждого борта создаётся свой командный комплекс. КИВК предоставляет аппарат для передачи команд на борт, который используется специалистами-управленцами РКК «Энергия». Из ТМИВК в КИВК поступает ТМ‑информация, содержащая квитанции ответа на команды. Квитанции анализируются программным обеспечением КИВК. Команды, результаты анализа квитанций ответа на команды и другая полезная информация представляются визуально на графический интерфейс пользователя с помощью многочисленных клиентских приложений пользователя, разработанных силами специалистов КИВК.

КИВК рассчитывает (составляет) программу полёта, опираясь на разнообразную информацию:

* орбита полёта объекта;
* расчётные зоны видимости объектов, на основе информации, полученной от БИВК;
* время работоспособности НИП;
* распорядок дня космонавтов (для МКС);
* распорядок работы ЦУП (оперативные работы по другим объектам);
* и др.

Помимо командно-программного обеспечения управления РС МКС, КИВК является разработчиком комплекса обмена информацией (КОИ) «Клён» для кораблей «Прогресс МС», «Союз МС». Для модернизированных транспортных кораблей «Прогресс МС», «Союз МС», кораблей перспективной пилотируемой транспортной системы и других КА предполагается задействовать наземный и спутниковый контуры управления с использованием наземных станций «Клён», «Клен-Р», спутников-ретрансляторов «Луч-5А», «Луч-5Б» и «Луч-5В» многофункциональной космической системы ретрансляции (МКСР) «Луч». Данные от станций «Клён», «Клен-Р» поступают в комплекс обмена информацией (КОИ «Клён») и передаются на средства телеметрического и командно-программного ИВК ЦУП.

1. **ЗУ КА НСЭН («Ресурс-П», «Бион», «Фотон»)**

КА «Ресурс-П» является спутником дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). КА «Ресурс-П» постоянно занимается мониторингом Земли, передавая на Землю снимки высокого качества.