

УДК 629.78

А. В. Демченко<sup>1</sup>, В. С. Зевако<sup>2</sup>, А. М. Кулабухов<sup>3</sup>,  
Д. В. Майданюк<sup>3</sup>, А. А. Манойленко<sup>3</sup>, В. В. Хуторный<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут технічної механіки НАН України і НКА України, Дніпропетровськ

<sup>2</sup>Національний центр аерокосмічної освіти молоді України, Дніпропетровськ

<sup>3</sup>Дніпропетровський національний університет

## Первый украинский молодежный спутник

Надійшла до редакції 22.11.05

Рассматриваются вопросы создания первого украинского молодежного спутника УМС-1: компоновка полезной нагрузки, ее согласование со служебными системами, принцип функционирования в штатном режиме, а также состояние и перспективы разработки.

В ряде стран активно разрабатываются молодежные и студенческие микроспутники, основные задачи которых — подготовка квалифицированных кадров, отработка новых идей и технологий с относительно невысокими затратами, что вызывает интерес космических фирм и военных ведомств [1]. Украина, одна из крупнейших космических держав, поставляет на рынок космических услуг современные ракеты-носители и осуществляет запуски космических аппаратов. Общегосударственной (Национальной) космической программой Украины предусмотрено выполнение проекта «Освіта-КА», основная цель которого — создание и запуск украинского молодежного спутника. Выполнение работ по это-

му проекту НКАУ поручило Национальному центру аерокосмічного образования Украины (НЦАОМУ).

Для широкого привлечения молодежи в 2004 г. был объявлен конкурс проектов по созданию украинского молодежного спутника. Из числа победителей конкурса пяти проектов были рекомендованы для интегрирования в состав УМС-1. С целью уменьшения трудоемкости и сроков создания УМС-1 предполагается использование материальной части унифицированной платформы МС-1 микроспутника МС-1-ТК (разработчик ГKB «Южное»).

В формировании окончательного состава полезной нагрузки КА УМС-1 и выработке пред-

### СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АМ — абонентский модуль	ОК — оптический комплекс
АПН — аппаратура полезной нагрузки	ПМ — периферийный модуль
БСТИ — блок сбора телеметрической информации	СИРЛ — специальная информационная радиолиния
БЦВК — бортовой цифровой вычислительный комплекс	СКТРЛ — совмещенная командно-телеметрическая радиолиния
КНУ — Киевский национальный университет им. Т. Шевченко	ССНИ — система сбора научной информации
КПА — контрольно-проверочная аппаратура	СУ — система управления
ЛЦ ИКИ — Львовский центр Института космических исследований	СЭС — система электроснабжения платформы
НЦАОМУ — Национальный центр аерокосмічного образования молодежи Украины	УМС-1 — украинский молодежный спутник
НЦУИКС — Национальный центр управления и испытаний космических средств	ФТФ ДНУ — Физико-технический факультет Днепропетровского национального университета
	ЦПОСИ — центр приема и обработки специальной информации и контроля навигационного поля

ложений по комплексу УМС-1 приняли участие молодежные творческие коллективы Киевского национального университета им. Тараса Шевченко (КНУ), Физико-технического факультета Днепропетровского национального университета (ФТФ ДНУ), Львовского центра ИКИ (ЛЦ ИКИ).

Основные задачи, решаемые с использованием КА УМС-1:

- изучение пространственного распределения ионосферных эмиссий;
- исследование и мониторинг состояния участков суши и водной поверхности;
- создание научно-образовательных программ по проектированию, изготовлению и эксплуатации УМС-1 с использованием полученной телеметрической и научной информации;
- создание интерактивных базисных мультимедийных курсов, лабораторных работ и специальных практикумов.

В соответствии с назначением определен состав комплекса УМС-1, который включает космический и наземный сегменты. В качестве ракеты-носителя (РН) планируется использование РН «Днепр» или «Циклон-4». Управление КА УМС-1, прием и обработку телеметрической информации о состоянии бортовой аппаратуры предполагается обеспечить средствами Национального центра управления и испытаний космических средств (НЦУИКС). Прием научной информации с УМС-1 предполагается вести средствами Центра приема и обработки специальной информации и контроля навигационного поля (ЦПОСИ) и абонентского модуля (АМ). Включение в состав наземного сегмента абонентского модуля обусловлено необходимостью отработки относительно недорогих (около 140 тыс. грн) систем программного слежения за КА. Абонентский модуль предполагается использовать в образовательных программах ведущих вузов Украины для приема научной информации и создания элементов сети двухсторонней передачи информации.

В состав КА УМС-1, общий вид которого приведен на рис. 1, входят унифицированная платформа микроспутника МС-1-ТК (ГКБ «Южное») и аппаратура полезной нагрузки (НЦАОМУ).

В состав аппаратуры полезной нагрузки



Рис. 1. Общий вид КА УМС-1

(АПН), обеспечивающей выполнение целевых задач, входят:

- оптический комплекс (ОК) (измерение ионосферных возмущений);
- система сбора научной информации (ССНИ) (прием, хранение, преобразование информации от ОК, и ее передача на Землю во время сеансов связи через специальную информационную радиолинию).

Разработку и создание оптического комплекса проводит молодежный авторский коллектив Киевского национального университета, работы по компоновке аппаратуры полезной нагрузки и обеспечению ее функционирования в составе УМС-1 выполняет Физико-технический факультет Днепропетровского национального университета, разработку и создание системы сбора научной информации выполняет Львовский центр Института космических исследований. Создание абонентского модуля, а также его

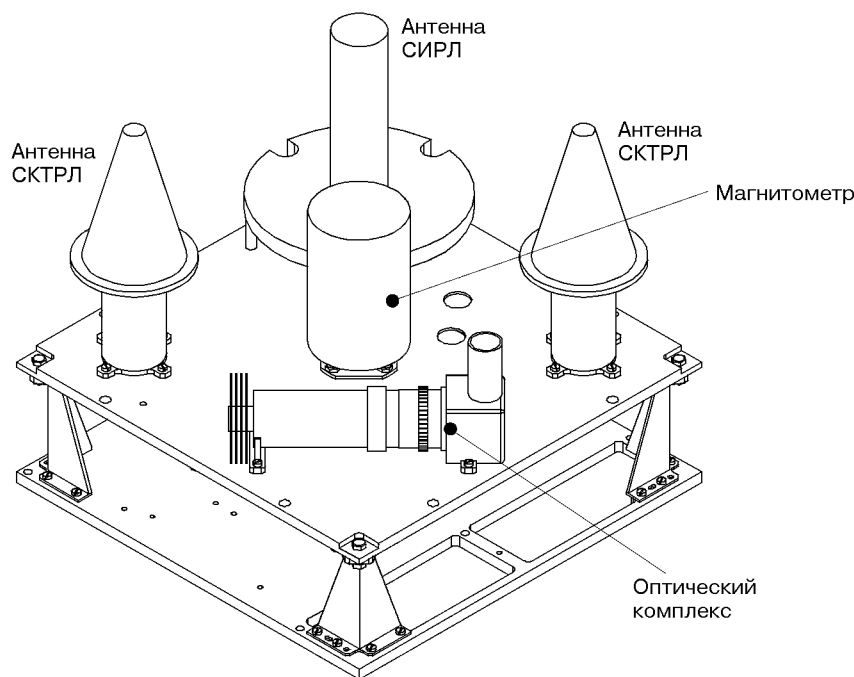


Рис. 2. Расположение аппаратуры полезной нагрузки КА УМС-1

последующую эксплуатацию предполагается вести авторскому коллективу Физико-технического факультета Днепропетровского национального университета.

При создании УМС-1 предполагается обеспечить минимальное внесение изменений в конструкцию платформы, электрические связи, алгоритмическое и информационное обеспечение.

Оптический комплекс состоит из оптико-механического блока, предназначенного для проведения измерений и электронного блока. Оптико-механический блок ОК устанавливается на нижней плите платформы МС-1 (рис. 2). Оптическая ось ОК совпадает с продольной осью КА, что позволяет осуществлять съемку поверхности Земли.

Система сбора научной информации размещается в рамочном модуле тех же геометрических размеров, что и блок телекамеры микроспутника МС-1-ТК и устанавливается на его посадочные места. В рамочном модуле размещен электронный блок ОК, что обеспечивает его непосредственное соединение с ССНИ. Электронный блок ОК соединяется с оптико-механическим блоком кабелем.

Прочностные расчеты, проведенные авторским коллективом Физико-технического факультета Днепропетровского национального университета при консультативной поддержке специалистов ГКБ «Южное», показали возможность такой компоновки аппаратуры полезной нагрузки на базовой платформе.

Предварительные расчеты показали возможность обеспечения срока активного существования, равного одному году, с вероятностью не ниже 0.8. Следует отметить, что такая надежность бортового обеспечивающего комплекса базовой платформы не является критичной, так как фактические значения вероятности безотказной работы аппаратуры полезной нагрузки, особенно электронных блоков ОК и ССНИ, могут оказаться ниже. Это обусловлено наличием в их составе элементов, надежность которых в условиях космоса изучена недостаточно. Для подтверждения надежности этой аппаратуры предполагается проведение автономной экспериментальной отработки. Кроме того, для повышения надежности аппаратуры ССНИ, как ключевой в составе АПН, предполагается резервирование основных ее блоков.

## Основные параметры КА УМС-1

Масса	$\leq 70$ кг
Габариты	
в запакванном виде	430×430×963 мм
в рабочем положении	1240×1240×3945 мм
Срок активного существования	> 1 года
Виды стабилизации	Гравитационная, электромагнитная
Погрешность стабилизации по углам тангажа, рыскания, вращения	$\leq 3^\circ$
Площадь солнечных батарей	1 м <sup>2</sup>
Выходная среднесуточная мощность солнечных батарей	$\geq 18$ Вт
в том числе потребляемая АПН	3 Вт
Выходное напряжение электроснабжения	
нестабилизированное выход	24—34 В
стабилизированное выход	+5; +12; -12; +15; -15 В
Скорость передачи информации:	
по телеметрическому каналу связи	256 Кбит/с
по информационному каналу связи	192 Кбит/с
Максимальная длительность сеансов связи в сутки	30 мин
Количество сеансов связи за сутки	$\leq 4$
Длительность одного сеанса связи	$\leq 15$ мин
Объем оперативной памяти ССНИ	> 1 Гбайт

Основные характеристики КА УМС-1 приведены в таблице.

Интеграция АПН в состав унифицированной платформы потребовала согласования соответствующих электрических характеристик. В результате проведенных работ было установлено, что потребляемая мощность АПН (ОК — 7 Вт, ССНИ — 4,5 Вт) превышает гарантированные возможности системы электроснабжения платформы (СЭС). После проведенных дополнительных исследований, связанных с расположением солнечных батарей относительно Солнца, были найдены временные участки, на которых возможно проведение научных экспериментов с использованием ОК и последующей передачей научной информации по каналу специальной информационной радиолнии (СИРЛ) на Землю (рис. 3). Такие участки могут быть определены на Земле расчетным путем. Интервалы работы АПН определяются условием  $P_{СЭС} \geq P_{ОК}$ , где  $P_{СЭС}$  — выходная мощность СЭС,  $P_{ОК}$  — среднесуточная потребляемая мощность ОК со всеми системами УМС-1. Это позволяет по командам с Земли включать АПН на расчетное время и

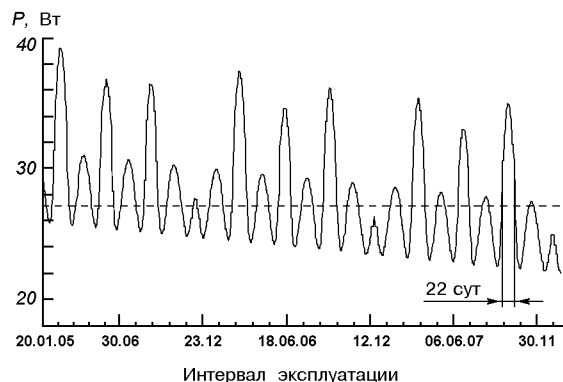


Рис. 3. Характер изменения среднесуточной мощности  $P_{СЭС}$  солнечных батарей в зависимости от положения КА на орбите и времени эксплуатации; пунктир — мощность  $P_{ОК}$ , потребляемая ОК

обеспечивать выполнение КА своих функций.

Для питания АПН принято решение использовать нестабилизированное напряжение. Вызвано это в первую очередь появлением интегральных схем стабилизаторов напряжения с КПД  $\approx 80\%$ , и низкими энергетическими характеристиками имеющихся на платформе стабилизированных каналов питания. предусмотрено снятие нестабилизированного напряжения питания с АПН при превышении токопотребления в 1,5 раза.

Функционирование на базовой платформе ОК и ССНИ потребовало анализа возможности использования имеющихся на борту команд для управления. Показано, что для управления АПН можно использовать восемь команд, выполняющих разовые или программные функции.

Между ССНИ и бортовым цифровым вычислительным комплексом (БЦВК) предусмотрен режим передачи 6 байт информации в последовательном коде, который используется один раз за сеанс работы АПН. Эта информация используется для обеспечения режимов работы как ССНИ, так и ОК (изменение режимов работы, выставка диафрагмы и т. д.).

Телеметрические измерения на КА УМС-1 осуществляются с целью контроля функционирования бортовых систем КА, определения состояния узлов, устройств и комплектов аппаратуры после выведения КА на орбиту и в процессе его штатной работы.

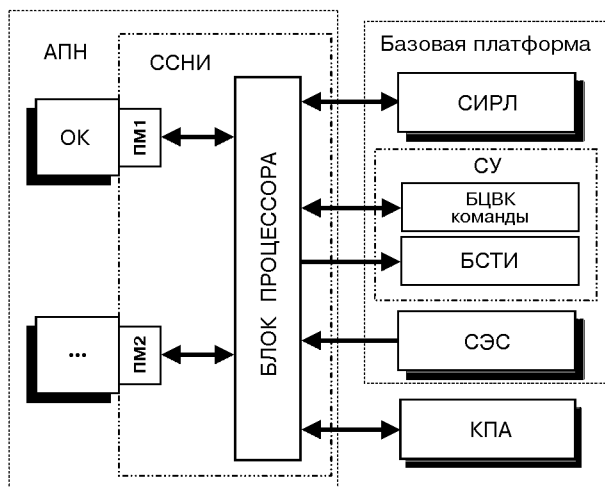


Рис. 4. Функциональная схема УМС-1

Телеметрический контроль КА УМС-1 осуществляется с помощью БЦВК и блока сбора телеметрической информации (БСТИ), входящих в состав системы управления (СУ) платформы.

Система сбора научной информации осуществляет съем информации с ОК и передачу этой информации во время сеансов связи через СИРЛ на Землю. Через ССНИ осуществляется обмен информацией с БЦВК (сеансная настройка АПН).

Предварительные проработки по интеграции АПН показали целесообразность выделения ССНИ в отдельный унифицированный модуль. Предложен новый подход, при котором ССНИ принимается центральной среди АПН, и подключение к бортовым системам платформы осуществляется через ССНИ (рис. 4). Такой подход упрощает согласование АПН с платформой в случаях замены АПН новыми приборами. Периферийные модули (ПМ) ССНИ использованы для согласования выходов АПН с блоком процессора, и соединяются через унифицированный интерфейс.

Для обеспечения контроля функционирования АПН при наземных испытаниях на ССНИ предусмотрен специальный разъем, к которому подключается контрольно-проверочная аппаратура (КПА).

В типовые сутки полета СУ и СЭС функционируют непрерывно. Совмещенная командно-телеметрическая радиолиния (СКТРЛ) и СИРЛ

включаются в режим сеанса связи командами СУ на видимых витках (два-три раза в сутки продолжительностью до 15 мин каждое включение). При этом два сеанса работы СКТРЛ (основной и резервный) планируются для записи в память БЦВК программных команд на следующие сутки полета. Управление СКТРЛ и СИРЛ осуществляется командами, формируемыми СУ в процессе отработки командно-программной информации.

Оптический комплекс включается командами СУ с длительностью разового включения от 20 до 40 мин на виток в зависимости от освещенности (дневные и ночные участки). Количество включений в сутки определяется условием обеспечения энергетического баланса и максимальным отведенным в ССНИ объемом информации, обеспечивающим сброс этой информации через СИРЛ на Землю в сеансах связи не более чем за двое суток.

Программа функционирования УМС-1 формируется в НЦУИКС на основе поданных заявок потребителей и передается на борт КА по СКТРЛ. Прием научной информации от АПН осуществляется по СИРЛ абонентским модулем и средствами ЦПОСИ.

Таким образом, при создании УМС-1 реализованы следующие принципы:

- максимальное использование конструкции и служебных систем платформы микроспутника МС-1-ТК;
- минимальное внесение изменений в электрические связи и алгоритмическое обеспечение БЦВК;
- объем научной информации, принимаемый от полезной нагрузки (ОК, УФП) при однократном включении в ССНИ, не должен превышать объема информации, которую можно передать с УМС-1 в сеансах связи через СИРЛ за время не более 2 сут;
- управление аппаратурой ОК, ССНИ и снятие телеметрической информации осуществляется с использованием СКТРЛ.

Молодежными авторскими коллективами подготовлены проекты технического задания и технического предложения, сетевой график создания и запуска КА УМС-1, а также технические задания на разработку составных частей АПН и АМ. В соответствии с сетевым графиком разработаны разделы эскизного проекта, в подготовке

которых активное участие приняли студенты ФТФ ДНУ в рамках курсового и дипломного проектирования.

Работы, проведенные в период 2004—2005 гг., свидетельствуют о возможности создания и запуска КА УМС-1 в 2007 г. при условии обеспечения необходимым финансированием.

1. Бояркин Г. Н., Трушляков В. И., Шалай В. В. и др. Создание учебно-исследовательского орбитального стенда на основе нано- и микроспутников и последних ступеней ракет-носителей // Полет.—2004.—№ 2.—С. 42—49.
2. Демченко А. В., Лapidус Б. Г. Создание украинского молодежного спутника // Аэрокосмический вестник.—2005.—Апрель.—С. 21—23.

3. Космические летательные аппараты. Назначение, структура и основные этапы создания: Учеб. пособ. / Под общ. ред. А. Н. Петренко. — Д.: ГНПП «Системные технологии», 2005.—124 с.

---

#### FIRST UKRAINIAN YOUTH'S SATELLITE

*A. V. Demchenko, V. S. Zevako, A. M. Kulabukhov,  
D. V. Maidanuk, A. A. Manoilenko, V. V. Khutorny*

Design processes of the first Ukrainian youth's satellite UMS-1 are examined. Payload arrangement, it's coincidence with service systems, operational principle in the regular mode, development status and prospects are considered.