

КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ УНИВЕРСИТЕТСКОГО НАНОСПУТНИКА

Д. Г. Грошелев, А. М. Кулабухов, В. В. Кривенко, М. А. Кривенко,
Д. Р. Файзуллин, А. И. Залуский

Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара

КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ УНІВЕРСИТЕТСЬКОГО НАНОСПУТНИКА

Пропонується структура нової платформи класу «наносупутник» і концепція студентського наносупутника на її базі.

Ключові слова: концепція, наносупутник, платформа.

D. G. Groshelev, A. M. Kuulabuhov, V. V. Kryvenko, M. A. Kryvenko,
D. R. Fayzuullin, A. I. Zaluuskiy

O. Gonchar Dnipropetrovsk national university

CREATION CONCEPT OF THE OF UNIVERSITY'S NANOSATELLITE

In the present paper a structure of the new platform for nanosatellites both with the creation conception of the students' nanosatellites are proposed.

Keywords: conception, nanosatellite, platform.

В настоящее время ведущими вузами мира, готовящими специалистов в области проектирования и создания ракетно-космической техники, активно создаются университетские спутники, целью которых в первую очередь является практическая подготовка молодых кадров.

В Украине в рамках проекта «Освіта – КА» был проведен конкурс украинских молодежных спутников (УМС-1, УМС-2).

Базовой платформой для УМС-1 предполагалось использовать МС-1 (разработка КБ «Южное»). Физико-техническим факультетом (ФТФ) был предложен проект УМС-2 с многофункциональной платформой, улучшенными весовыми, энергетическими и информационными характеристиками с возможностью установки широкого класса аппаратуры полезной нагрузки (АПН), представленной в ряде проектов.

Однако реализация проектов (УМС-1 и УМС-2) не была осуществлена из-за ограниченного финансирования. Учитывая это, ФТФ был предложен проект студенческого спутника на базе новой платформы класса «наноспутник», которой до этого в Украине не существовало.

Реализация проекта выполняется студентами под руководством ведущих преподавателей ФТФ.

Основными задачами студенческого наноспутника являются (Кулабухов, 2003; Космические летательные аппараты ..., 2005):

- образовательная – получение практических навыков студентов в разработке и создании космических аппаратов (КА);
- отработка новой, унифицированной платформы;
- отработка новой элементной базы;
- съемка поверхности Земли в видимом диапазоне;

Кроме того, возможными сферами применения разрабатываемой платформы могут быть:

- дистанционное зондирование Земли в видимом, инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах;

- космическая связь на базе группировок низкоорбитальных малогабаритных КА для покрытия необходимой территории (при этом мощность приемно-передающего устройства на борту КА существенно уменьшается);
- проведение космических экспериментов по исследованию параметров верхних слоев атмосферы;
- контроль нефте- и газопроводов.

Базовая платформа наноспутника предполагается модульной, что обеспечивает адаптацию платформы под различные требования аппаратуры полезной нагрузки (АПН). Структурная схема наноспутника приведена на рис. 1, где приняты следующие условные сокращения:

- БА – бортовая аппаратура;
- БСТИ – блок сбора телеметрической информации;
- БУ О – блок управления оптикой;
- БУ ЦФ – блок управления цифровым фотоаппаратом;
- КПА – контрольно-проверочная аппаратура;
- КРЛ – командная радиолиния;
- МВШ – механизм выдвижения гравитационной штанги;
- СБ – солнечные батареи;
- СУ – система управления;
- СУО – система угловой ориентации;
- СЭС – система энергоснабжения;
- ТРЛ – телеметрическая радиолиния;
- УМ – усилитель мощности;
- ФЭП – фотоэлектрический преобразователь;
- ЦФ – цифровой фотоаппарат;
- ЭМ – электромагнит.

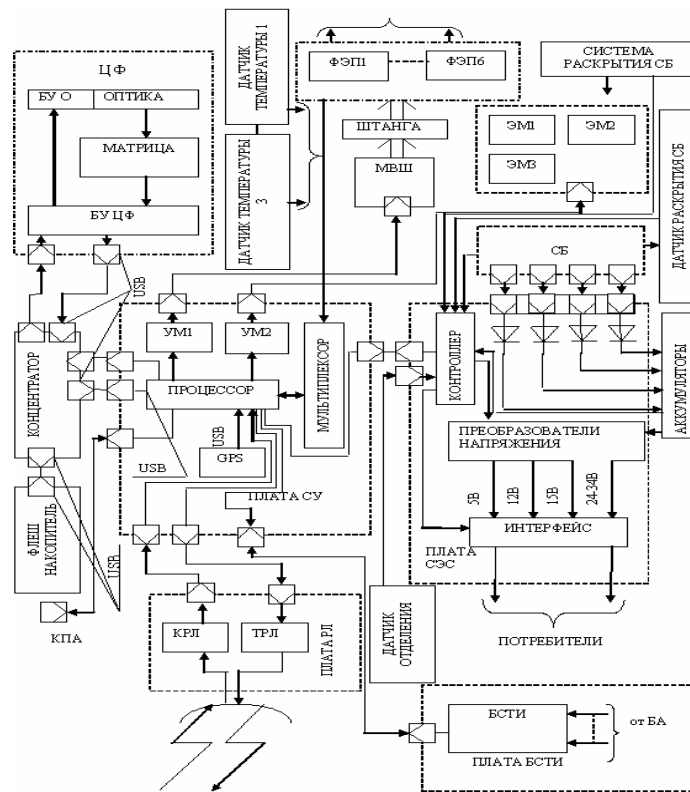


Рис. 1. Структурная схема наноспутника

Основные характеристики корпуса наноспутника представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные характеристики корпуса наноспутника

Наименование параметра	Значение параметра
Габариты корпуса, мм	150X150X150
Масса платформы, кг	Не более 7
Масса АПН, кг	Не более 5
Габариты АПН:	
- встраиваемой, мм	120X120X150
- на верхней части корпуса, мм	120X120X300
- на нижней части корпуса, мм	100X100X250
- на телескопической штанге, мм	100X100X250
Длина телескопической штанги, м	0,3(1)

В структуре наноспутника можно выделить следующие модули: систему энергоснабжения (СЭС), систему управления (СУ), блок сбора телеметрической информации (БСТИ), радиолинию (командную и телеметрическую), датчики и исполнительные органы системы угловой ориентации и стабилизации (СУОС), аппаратуру полезной нагрузки (цифровой фотоаппарат) (Космические летательные аппараты ..., 2005).

Состав системы управления наноспутника:

- СУОС;
- БЦВК;
- GPS;
- электромагниты, гравитационная штанга.

Основной задачей датчиков системы ориентации и стабилизации является определение углового положения наноспутника (ориентация проводится либо по угловому положению относительно солнечных лучей с дополнительной обработкой полученных результатов, либо по магнитному полю Земли).

Задачи БЦВК состоят в следующем:

- распределение командной информации между потребителями на борту;
- реализация реального времени на борту;
- расчет текущего положения наноспутника;
- формирование телеметрического кадра;
- реализация бортовых алгоритмов;
- управление служебными системами и АПН;

Основные характеристики БЦВК приведены в табл. 2 (Соловьев, 2000).

Задача GPS – определение координат и скоростей спутника (параметры движения наноспутника определяются в WGS системе координат, а затем с применением бортовых алгоритмов происходит пересчет в географическую систему координат) (Соловьев, 2000).

Таблица 2

Основные характеристики БЦВК

Наименование параметра	Значение параметра
Разрядность	32(16)
Количество встроенных АЦП	3(6)
Объем памяти внешней, Гбайт	1
Тактовая частота, МГц	22
Команды управления от ЦУП:	
- количество команд управления	24
- тип команд	Программные, разовые
- количество информационных команд	6
- разрядность информационных команд	8
Команды управления АПН:	
- количество одноразрядных команд	24
- количество информационных команд	4
- разрядность информационных команд	8

Основные характеристики системы угловой ориентации и стабилизации представлены в табл. 3.

Таблица 3

Основные характеристики системы угловой ориентации и стабилизации	
Наименование параметра	Значение параметра
Тип стабилизации:	Электромагнитная
- основной вариант	
- вариантное исполнение	Гравитационная, электромагнитная
Точность угловой стабилизации:	3
- основной вариант, град.	
Тип датчиков	Элементы ФЭП, СБ, магнитометр

Основные характеристики блока сбора телеметрической информации приведены в табл. 4.

Таблица 4

Основные характеристики блока сбора телеметрической информации	
Наименование параметра	Значение параметра
Количество аналоговых сигналов	16
Количество цифровых сигналов	8
Разрядность цифровых сигналов	8
Количество одноразрядных сигналов	24

Для отработки бортовых систем управления, систем приема/передачи, системы энергоснабжения на первоначальном этапе планируется установка цифрового фотоаппарата для проведения съемок земной поверхности.

Одной из обязательных служебных систем на борту спутника является система энергоснабжения.

Задачами системы энергоснабжения являются:

- обеспечение энергопитанием бортовых систем;
- контроль энергетического баланса;
- приоритетное отключение каналов;
- приоритетное подключение каналов;

Состав системы энергоснабжения:

- ФЭП;
- аккумуляторная батарея;
- преобразователи и стабилизаторы напряжения;
- микроконтроллер;
- интерфейс;

Основные характеристики системы энергоснабжения приведены в табл. 5 .

Таблица 5

Основные характеристики системы энергоснабжения	
Наименование параметра	Значение параметра
Площадь СБ:	4X0,06=0,24
- основной вариант, кв.м	
- повышенной мощности, кв.м	8X0,05=0,4
Мощность СЭС:	5
- основной вариант, Вт	
- повышенной мощности, Вт	7
Срок активного существования, лет	1

На студенческом наноспутнике предусмотрена командная и телеметрическая радиолиния. Основным вариантом радиолиний – использование приемно-передающего устройства фирмы Мирад. Достоинства данного устройства таковы: высокий КПД

(выходная мощность сигнала составляет 2 Вт при входной потребляемой мощности 5 Вт), использование X-диапазона (частота 8.2 ГГц), что позволяет, во-первых, производить передачу на борт нового программного обеспечения, во-вторых, производить передачу снимка за один сеанс связи со скоростью до 10 Мбит/с. Вариантное исполнение – использование любительского диапазона (более простая процедура получения лицензии на частотный диапазон). Кроме того, рассматривается возможность применения спутникового телефона, что позволит производить передачу данных через сеть низкоорбитальной группировки в условиях отсутствия прямой видимости спутника с наземного пункта.

Основные характеристики командной и телеметрической радиолиний приведены в табл. 6.

Таблица 6

Основные характеристики командной и телеметрической радиолинии

Наименование параметра	Значение параметра
Основной вариант:	
- частота, ГГц	8,2
- скорость передачи, Мбит/с	10
Вариантное исполнение	
Командная радиолиния:	
- частота линии «Земля-Космос», МГц	137(145)
- скорость передачи, Кбит/с	9
Телеметрическая радиолиния:	
- частота линии «Космос-Земля», МГц	435
- скорость передачи, Кбит/с	22
Максимальный объем передаваемой информации за сеанс связи, Мбайт	4,5
Вариантное исполнение:	
- использование в качестве радиолинии спутникового телефона	
Дальность передачи, км	2500

Ориентировочная стоимость проекта – 2 млн грн.

В результате выполнения проекта студенты ФТФ получают практический опыт проектирования КА, будет создана унифицированная платформа наноспутника, которая сможет быть применена для решения различных задач народного хозяйства.

Выведение студенческого наноспутника планируется украинским ракетоносителем «Циклон-4». Кроме того, разработанная платформа может быть применена и для решения задач, поставленных другими странами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Кулабухов А. М. Методичні вказівки до дипломного проектування за спеціальністю «Автоматика і управління в технічних системах» / А. М. Кулабухов, В. О. Ларін, Г. М. Різник. – Д.: РВВ ДНУ, 2003. – 60 с.

Космические летательные аппараты. Назначение, структура и основные этапы создания: Учеб. пособие / Ю. Ф. Даниев, А. В. Демченко, В. С. Зевако, А. Н. Петренко. – Д.: Системные технологии, 2005. – 124 с.

Соловьев Ю. А. Системы спутниковой навигации. – М.: Эко-трендз, 2000. – 369 с.

Цифровые устройства САУ. Ч. 2. Проектирование цифровых автоматов на гибкой логике: Уч. пособие для студ. спец. «Автоматика и управление в технических системах». – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2003. – 52 с.

Надійшла до редколегії 10.07.08