

ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА YES2 НА КОСМИЧЕСКОМ АППАРАТЕ "ФОТОН-М3"

Начиная с 1989 года Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (СГАУ) принимает активное участие в космических экспериментах, проводимых на борту космических аппаратов (КА) "Фотон". В 2005 году впервые на борту КА "Фотон-М2" был установлен приемник спутниковой радионавигации и проведен навигационный эксперимент "НАВИГАТОР" [1]. По результатам эксперимента "НАВИГАТОР" была проведена доработка, как программного обеспечения, так и отдельных элементов навигационной аппаратуры, и разработана универсальная малогабаритная навигационная система [1].

В сентябре 2007 года запланирован запуск КА "Фотон-М3", на борту которого наряду с традиционными экспериментами будет проводиться уникальный эксперимент по доставке легкой капсулы на Землю посредством развертывания тросовой системы – YES2 (Young Engineers Satellite 2) [2]. Инициатором проекта YES2 является офис образовательных программ Европейского космического агентства. Для поддержки проведения эксперимента YES2 создана в СГАУ и будет установлена на КА "Фотон-М3" вспомогательная навигационная система (ВНС), которая позволит восстановить процесс развертывания тросовой системы с высокой степенью точности.

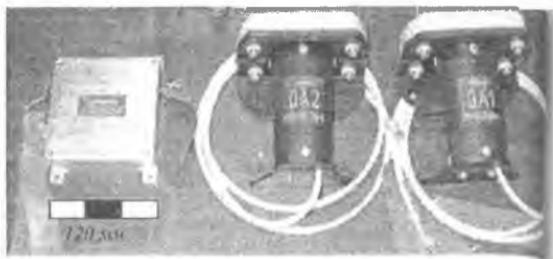
В состав ВНС входят:

1. Комплект спутниковой радионавигационной аппаратуры, включающий в себя:
 - 16-ти каналный одностотный навигационный приемник (МПП) (рис. 1, а);
 - две приемные навигационные антенны (рис. 1, б);
 - сумматор, объединяющий радиосигналы от двух антенн (рис. 1, б).
2. Магнитометр (рис. 2).
3. Контроллер ВНС.

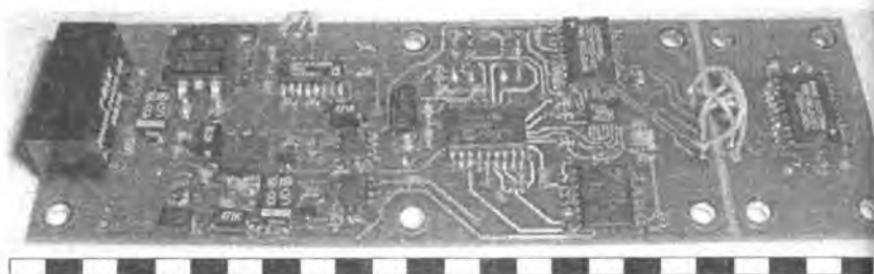
Технические характеристики навигационного приемника приведены в [1], а магнитометра – в таблице 1.



100 мм



а)
Рис. 1. Комплект спутниковой радионавигационной аппаратуры
а) внешний вид МНП
б) внешний вид сумматора и навигационных антенн



120 мм

Рис. 2. Внешний вид магнитометра

Таблица 1 – Технические характеристики магнитометра

Интервал измеряемых значений магнитного поля, Тл	От 10^{-8} до 1
Чувствительность, Тл	5×10^{-9}
Энергопотребление, Вт	0,3
Частота измерений, Гц	1
Масса, кг	0,33
Габаритные размеры, мм	$20 \times 40 \times 12$
Температурный режим работы, °С	$-40 \dots +70$

На рис. 3 приведена структурная схема ВНС, а общие технические характеристики ВНС представлены в таблице 2.

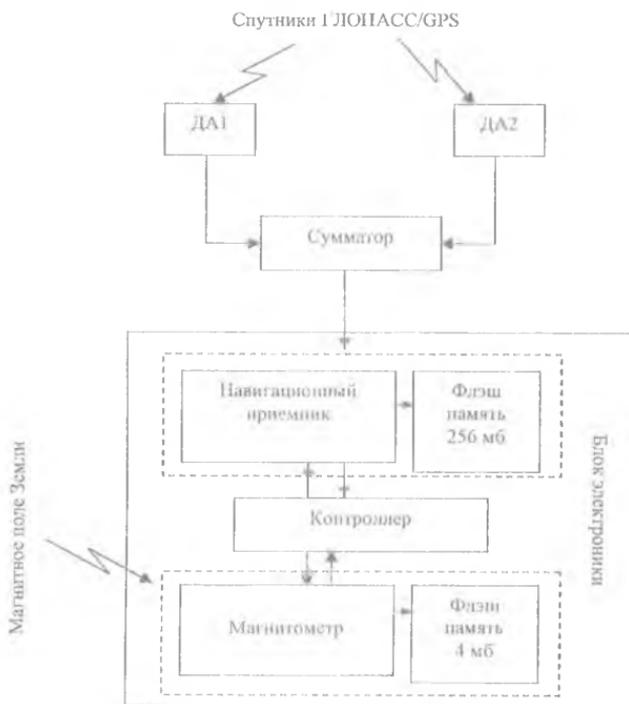


Рис. 3. Структурная схема ВНС

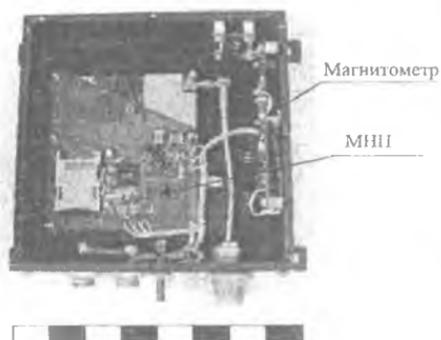
Таблица 2 – Общие технические характеристики ВНС

Характеристики	Блок электроники	Сумматор	Антенна
Габаритные размеры, мм	150×180×53	33×124×118	127×61,5×115
Масса, кг	1,0	0,3	0,65
Энергопотребление, Вт	3,0	—	—

Навигационный приемник, магнитометр и контроллер объединены в блок электроники (рис. 4), который помещается в отсеке научной аппаратуры и возвращается на Землю в спускаемом аппарате после завершения полета КА "Фотон-М3".

Навигационные антенны (ДА1, ДА2) и сумматор размещаются на контейнере химических источников тока (ХИТ) (рис. 5).

Комплект спутниковой радионавигационной аппаратуры изготовлен на Ижевском радиозаводе, магнитометр и контроллер созданы в СГАУ. Системная интеграция ВНС, выбор и обоснование мест размещения составляющих аппаратуры и разработка узлов крепления на КА выполнены также в СГАУ.



118 мм

Рис. 4. Внешний вид блока электроники

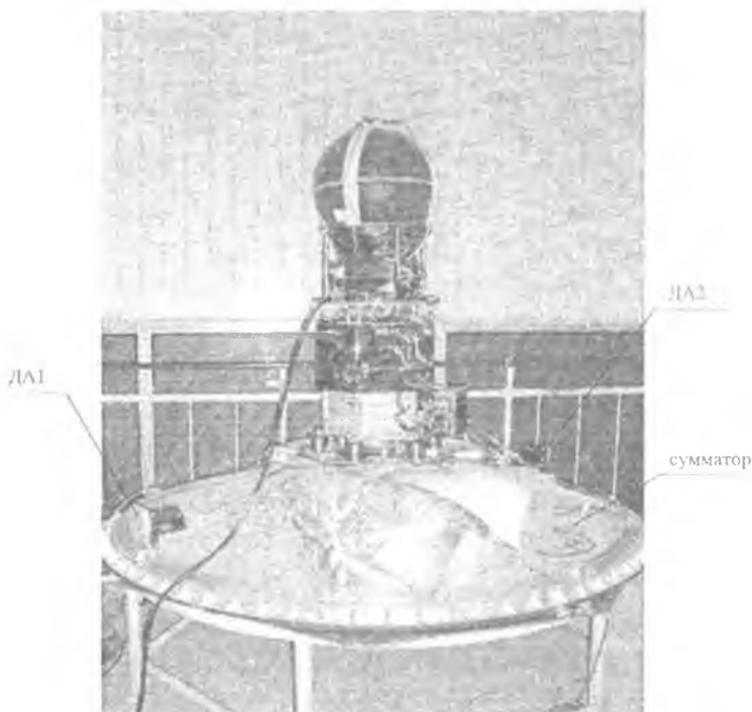


Рис. 5. Размещение навигационных антенн и сумматора ВИС на контейнере ХИТ

В процессе развертывания гросовой системы продольная ось КА "Фотон" будет ориентирована по местной вертикали контейнером ХИТ к Земле. Эта ориентация обусловлена экспериментом YFS2 и затрудняет видимость навигационных спутков (рис. 6). Однако установка двух антенн обеспечивает возможность приема сигналов от спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS и позволяет добиться одновременной видимости навигационных спутников, достаточных для решения навигационной задачи.

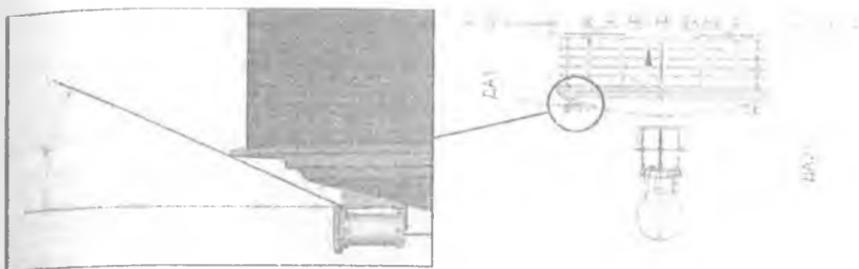


Рис. 6. Схема размещения навигационных антенн ВНС на контейнере ХИТ

Решение задачи определения параметров движения центра масс (ЦДЦМ) КА "Фотон-МЗ" обеспечивается стандартным программным обеспечением МНИ. Для решения задачи определения ориентации КА "Фотон-МЗ" будет использовано специальное алгоритмическое обеспечение, основанное на комплексировании магнитометрических и спутниковых радионавигационных измерений [3].

Кроме контроля за движением КА и пространственно-временной привязки процесса развертывания тросовой системы ВНС предполагается использовать для восстановления профиля и динамики ее развертывания. Для этого на отделяемом блоке MASS будет установлен аналогичный навигационный приемник МНИ, размещение антенны которого показано на рис. 7. Предварительные исследования показали, что послеполетная совместная обработка навигационных решений, полученных на борту КА "Фотон-МЗ" и на блоке MASS, позволит достигнуть точность относительного позиционирования до 5 метров при длине троса 30 км.

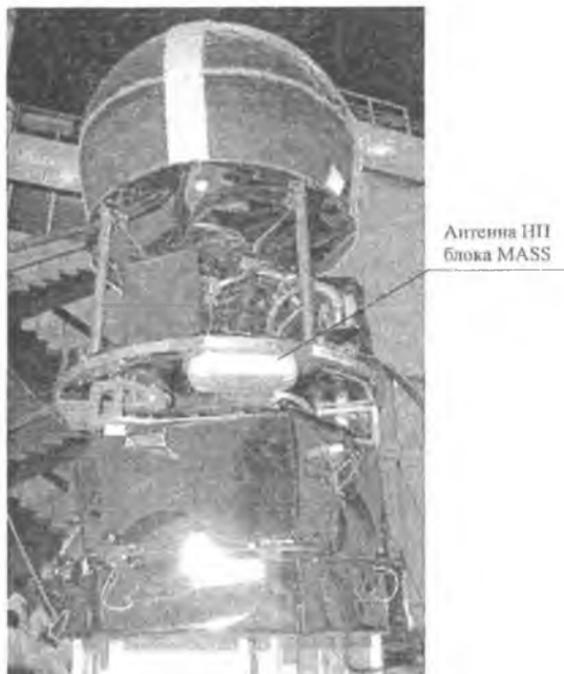


Рис. 7. Размещение антенны ИПИ на отделяемом блоке MASS

Библиографический список

1. Белоконов И.В., Болтов Е.А., Крамлих А.В., Собола С.А. Эксперимент "ПАВИГАТОР" на борту космического аппарата "ФОТОН-М2": цели, задачи, предварительный результаты. Сборник трудов XII Всероссийского научно-технического семинара по управлению движением и навигации летательных аппаратов /Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2006, с. 32–40.
2. Интерфейсный контрольный документ YES2 ICD. Версия 1.0.
3. Крамлих А.В. Комплексирование измерений навигационного приемника и гиromетра для определения пространственной ориентации КА //Научная конференция ИУАИ. Сборник докладов. Часть II. Технические науки. г. Санкт-Петербург – во СПбГУ-АП, 2006, с. 120-122.