

УДК 520.6 +520.8

Ю. Д. Котов, В. Н. Юров, С. И. Болдырев

Институт астрофизики Московского инженерно-физического института (Державного університету), Росія

Научные задачи и характеристики научной аппаратуры российского спутникового проекта **КОРОНАС-ФОТОН**

Подано основні відомості про супутниковий проект КОРОНАС-ФОТОН, що створюється в рамках космічної програми Росії. Апарат КОРОНАС-ФОТОН є третім супутником російської програми КОРОНАС. Основна наукова мета проекту: дослідження процесів накопичення енергії та її перетворення в енергію заряджених частинок під час сонячних спалахів, встановлення механізмів прискорення, розповсюдження і взаємодії швидких частинок в сонячній атмосфері. Комплекс наукової апаратури супутника дозволить вимірювати сонячне електромагнітне випромінювання в широкому діапазоні енергій від ультрафіолету до високоенергійного гамма-випромінювання, а також потоки нейтронів та заряджених частинок в навоколосемному просторі. Приведено наукові завдання проекту і описано принципи побудови наукових приладів, їхні основні характеристики і організація взаємодії із системами супутника. Запуск супутника КОРОНАС-ФОТОН на колову орбіту висотою 500 км і нахилінням 82.5° намічено на 2006 р.

ВВЕДЕНИЕ

КОРОНАС (Комплексные Орбитальные Околосемные Наблюдения Активности Солнца) — российская программа исследования физики Солнца и солнечно-земных связей с помощью околосемных космических аппаратов, которая предусматривает запуск на околосемную орбиту трех солнечно-ориентированных спутников.

КОРОНАС-ФОТОН — третий спутник в этой серии. Его запуск планируется на 2006 г. Два других спутника, КОРОНАС-И и КОРОНАС-Ф, запущены на орбиту соответственно 2.03.1994 и 31.07.2001 гг. Спутник КОРОНАС-Ф и его научная аппаратура продолжают успешно функционировать на орбите. Дополнительная информация о проектах КОРОНАС-И и КОРОНАС-Ф дана на сайте ИЗМИРАН (<http://coronas.izmiran.rssi.ru>). Головной организацией по комплексу научной аппаратуры проекта КОРОНАС-ФОТОН является Московский инженерно-физический институт (Государственный университет) — МИФИ, по космическому

аппарату КА КОРОНАС-ФОТОН — Научно-исследовательский институт электромеханики — НИИЭМ (Московская область, г. Истра).

НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Проект КОРОНАС-ФОТОН направлен на детальное изучение характеристик высокоэнергичных процессов во время солнечных вспышек путем регистрации жесткого электромагнитного излучения до энергий сотен МэВ и сопутствующего ему ультрафиолетового, рентгеновского и корпускулярного излучений. Ниже перечислены основные задачи проекта.

1. В области физики Солнца:

1.1. Определение функций распределения в хромосферных и корональных структурах ускоренных в процессе вспышки электронов, протонов и ядер и их эволюции с высоким временным разрешением (для жесткого рентгена вплоть до миллисекунд).

1.2. Исследование различия в динамике ускоре-

ния электронов и протонов (ядер).

1.3. Исследование особенностей эволюции функции распределения для высокоэнергичных частиц (вплоть до нескольких гигаэлектрон-вольт).

1.4. Исследование угловой анизотропии взаимодействующих частиц на основании статистического анализа спектров излучения и параметров линейной поляризации жесткого рентгеновского излучения (величины и положения плоскости поляризации) для разных гелиоцентрических углов.

1.5. Изучение эффектов направленности в области гамма-излучения высоких энергий.

1.6. Определение механизмов и условий ускорения электронов и протонов на различных фазах вспышки, а также параметров области удержания (распространения) ускоренных частиц.

1.7. Установление обилия элементов в области генерации гамма-излучения методом гамма-спектроскопии и по скорости захвата нейтронов низких энергий в атмосфере Солнца.

1.8. Оценка высот генерации вторичных излучений по наблюдению ослабления дейтонной линии от лимбовых вспышек.

1.9. Определение вида энергетического спектра ускоренных протонов и ядер и динамики этих спектров по соотношению ядерных гамма-линий.

1.10. Исследование проблемы образования элементов (D, ^3He , Li, Be) во время вспышек.

2. В области солнечно-земной физики:

2.1. Измерение на околоземной орбите химического и изотопного составов ускоренных во вспышке ядер, а также энергетических и временных характеристик вспышечных электронов и протонов.

2.2. Мониторинг верхних слоев атмосферы Земли по поглощению жесткого ультрафиолета спокойного Солнца.

2.3. Исследование химического и элементного состава космических лучей и их питч-углового распределения в магнитосфере Земли.

3. Попутные исследования в области астрофизики:

3.1. Регистрация рентгеновского и гамма-излучения космических гамма-всплесков.

3.2. Выделение рентгеновских источников, расположенных в плоскости эклиптики, и измерение их спектров в жестком рентгеновском диапазоне.

На это же время запланирован запуск двух космических аппаратов по исследованию Солнца: японского аппарата «Solar-B» (сентябрь 2005 г.) [www.isas.ac.jp/e/enterp/missions/solar-b] и американского аппарата SDO (август 2007 г.) [<http://lws.gsfc.nasa.gov>] с участием широкой международной кооперации. Спутник SDO явится первым

спутником международной программы «Жизнь со звездой» — ILWS. Оба эти спутника будут обладать уникальными энергетическим и угловым разрешениями в области ультрафиолета и мягкого рентгеновского излучения, но не будут содержать инструментов по изучению жесткого излучения солнечных вспышек. Совместная работа этих спутников со спутником КОРОНАС-ФОТОН обеспечит расширение исследуемого диапазона энергий и позволит осуществить привязку наблюдаемых жестких излучений к определенным областям на поверхности Солнца.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ КНА ФОТОН

При построении комплекса научной аппаратуры (КНА ФОТОН) проекта КОРОНАС-ФОТОН реализовывались следующие принципы:

— использование режимов одновременного наблюдения Солнца всеми приборами КНА для построения физической картины развития событий на Солнце во всем регистрируемом диапазоне излучений, построение изображений диска Солнца в УФ-области спектра для пространственной привязки высокоэнергичных гамма-событий и пространственно-энергетический анализ потоков заряженных частиц на орбите космического аппарата для определения фоновых условий;

— управление режимами работы аппаратуры, ее адаптация к условиям проведения экспериментов в полете с помощью передаваемой командно-программной информации;

— использование приборов с высокой светосилой, построенных по модульному принципу или с быстродействующими детекторами для увеличения нагрузочной способности и улучшению соотношения сигнал/фон;

— постоянное или регулярное проведение полетной калибровки аппаратуры с использованием фоновых измерений и образцовых источников ионизирующего излучения;

— обеспечение высокой надежности выполнения целевых задач за счет резервирования в ряде приборов измерительных каналов и частичного перекрытия в разных приборах измеряемых спектральных диапазонов;

— использование высокоинформативного канала передачи на двух различных частотах научных и служебных данных с приборов КНА на один наземный телеметрический пункт приема.

Приборный состав комплекса научной аппаратуры ФОТОН приведен в табл. 1.

Таблица 1. Основные физические характеристики приборов КНА ФОТОН

Аппаратура	Организация-разработчик	Назначение
Спектрометр высокоэнергичных излучений НАТАЛЬЯ-2М	Московский инженерно-физический институт (МИФИ), Москва, Россия	— Регистрация энергетических спектров гамма-излучения солнечных вспышек. — Регистрация нейтронов солнечного происхождения
Поляриметр жесткого рентгеновского излучения ПИНГВИН-М	МИФИ, Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия	— Измерение линейной поляризации жесткого рентгеновского излучения солнечных вспышек. — Рентгеновская и гамма-спектрометрия. — Мониторинг мягкого рентгеновского излучения Солнца
Рентгеновский и гамма-спектрометр КОНУС-РФ	Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия	— Исследование эволюции солнечных вспышек в рентгеновском излучении с высоким энергетическим и временным разрешением. — Мониторинг жесткого рентгеновского излучения Солнца и космических гамма-всплесков
Быстрый рентгеновский монитор БРМ	МИФИ	— Быстрый мониторинг жесткого рентгеновского излучения Солнца. — Регистрация временных профилей интенсивности излучения солнечных вспышек в шести диапазонах энергий
Телескоп-спектрометр ТЕСИС	Физический институт им. П. Н. Лебедева, Москва, Россия	— Регистрация изображений Солнца в узкополосных спектральных интервалах и монохроматических линиях излучения ионов высокотемпературной плазмы короны
Многоканальный монитор ультрафиолетового излучения ФОКА	МИФИ, Астрофизический институт, Потсдам, Физико-технический институт им. Фраунгофера, Фрайбург, Германия	— Мониторинг жесткого ультрафиолетового излучения Солнца в шести спектральных окнах. — Измерения поглощения ультрафиолетового излучения Солнца в верхних слоях атмосферы Земли
Анализатор заряженных частиц ЭЛЕКТРОН-М-ПЕСКА	Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д. В. Скобельцына, МГУ, Москва, Россия. Университет де Алкала, Мадрид, Испания	— Измерение энергетических спектров и зарядового и изотопного состава ядер, ускоренных в процессах солнечных вспышек. — Регистрация потоков и построение энергетических спектров солнечных электронов. — Регистрация потоков заряженных частиц в магнитосфере Земли на высотах орбиты КА
Телескоп электронов и протонов СТЭП-Ф	Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, Харьков, Украина.	— Регистрация потоков электронов, протонов и альфа-частиц в магнитосфере Земли на высотах орбиты КА. — Измерение направлений прихода частиц с точностью 8—10°
Телескоп низкоэнергичного γ -излучения RT-2	ТАТА институт фундаментальных исследований, Мумбаи, Индия	— Регистрация временных профилей интенсивности солнечного и галактического рентгеновского излучения. — Спектрометрия солнечного, галактического и внегалактического рентгеновского излучения

ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАУЧНЫХ ПРИБОРОВ

Спектрометр высокоэнергичных излучений НАТАЛЬЯ-2М [3, 4]. В регистрирующий блок прибора входят два спектрометра, содержащие по восемь сцинтилляционных модулей с кристаллами CsI(Tl), и защитные сцинтилляционные детекторы из полистирола. Все 16 измерительных каналов спектрометров при эксплуатации стабилизируются подачей на каждый из них сигналов от эталонного светового источника через волоконные световоды. Для энергетической калибровки используются радиоактивные альфа- и гамма-источники. Разделение нейтронных и гамма-событий осуществляется на основе анализа формы выходного сигнала. Ос-

новные характеристики спектрометра показаны в табл. 2.

Поляриметр жесткого рентгеновского излучения ПИНГВИН-М [5]. Блок детекторов содержит детектор-рассеиватель из паратерфенила, детекторы рас-сеянного излучения на кристаллах CsI(Na), защитные детекторы из полистирола и ксеноновые пропорциональные счетчики. При измерениях регистрирующие каналы стабилизируются с помощью сигналов от реперного светового источника. Осуществляется также контроль симметрии поляриметра образцовым гамма-источником. Каналы регистрации и характеристики поляриметра представлены в табл. 3.

Рентгеновский и гамма-спектрометр КОНУС-РФ [1]. Прибор имеет два блока детекти-

Таблица 2. Основные характеристики спектрометра НАТАЛЬЯ-2М

Канал	Энергетический диапазон, МэВ	Эффективная площадь, см ²	Энергетическое разрешение $\Delta E/E$	Временное разрешение, с
R (рентгеновские лучи)	0.3—2	920	10.0 % (662 кэВ) измер.	0.001
L (гамма-лучи низкой энергии)	2—10	900	5.0 % (2.5 МэВ) измер.	1
M (гамма-лучи промежуточных энергий)	7—200	800	6.0 % (10 МэВ) расч.	1
H (гамма-лучи высокой энергии)	50—2000	750	32 % (500 МэВ) расч.	1
N (нейтроны)	20—300	37—120	—	32

Таблица 3. Каналы регистрации и характеристики поляриметра ПИНГВИН-М

Канал	Энергетический диапазон, кэВ	Эффективная площадь, см ²	Точность	Временное разрешение, с
Линейная поляризация	20—150	≈ 30	10 %	1
Спектры жесткого рентгена	15—150	≈ 30	16 энергетич. каналов	1
	20—5000	—	128 энергетич. каналов	
Спектры мягкого рентгена	2—10	≈ 12	32 энергетич. канала (шириной от 0.2 до 2 кэВ)	1

Таблица 4. Основные характеристики спектрометра КОНУС-РФ

Канал	Энергетический диапазон, МэВ	Эффективная площадь, см ²	Энергетическое разрешение $\Delta E/E$, %	Временное разрешение
Детектор солнечный				
а) фоновый режим	0.01—12	150	8 (662 кэВ)	Энергетич. окна: 1—2 с.
	0.2—8			Спектры до 2 мс
б) вспышка	0.01—12			Спектры до 2 мс
Детектор антисолнечный				
а) фоновый режим	0.01—12	150	8 (662 кэВ)	Энергет. окна: 1—2 с.
	0.2—8			Спектры до 2 мс
б) вспышка	0.01—12			Спектры до 2 мс

рования с полем зрения 2π стерадиан. Ось поля зрения первого ориентирована в солнечном направлении, а второго — в антисолнечном. Для регистрации используются монокристаллические сцинтилляторы NaI(Tl), помещенные в алюминиевые контейнеры с входным окном из бериллия. Иллюминатор между кристаллом и фотоэлектронным умножителем сделан из толстого свинцового стекла для снижения уровня фонового излучения. Основные характеристики спектрометра приведены в табл. 4.

Телескоп-спектрометр ТЕСИС. Прибор состоит из блока датчиков, блока электроники и оптического датчика. Блок датчиков включает в себя четыре независимых канала регистрации изображений Солнца.

Изображения Солнца формируются на чувствительной площадке детектора изображений с помощью специальных зеркал. Для блокировки оптического излучения Солнца в каналах используется многоэлементная система фильтров. Детекторы изображений построены на основе форматных

ПЗС-матриц с электрическим охлаждением. С помощью оптического датчика контролируется по звездам с точностью до $1'$ текущая трехосная ориентация телескопа. Основные характеристики телескопа-спектрометра приведены в табл. 5.

Быстрый рентгеновский монитор БРМ [7]. Регистрация осуществляется быстрым сцинтилляционным детектором на основе алюминиевого пировскита, активированного церием $\text{YAlO}_3(\text{Ce})$, с временем высвечивания 28 нс. Для уменьшения фона перед кристаллом установлен коллиматор с углом зрения 6° . Измерительный канал стабилизируется с помощью импульсов от прецизионного светового источника. Время реакции системы стабилизации 1 с. Основные характеристики быстрого монитора даны в табл. 6.

Многоканальный монитор УФ-излучения ФОКА [8]. Прибор имеет семь каналов регистрации. Каждый канал содержит кремниевый фотодиод AXUV-100 в сборке с коллиматором и соответствующим спектральным фильтром, предусилитель и преобразователь «напряжение — частота — код».

Таблица 5. Основные характеристики телескопа-спектрометра ТЕСИС

Параметр	Канал			
	13.4 нм	30.4 нм	Mg 1	Mg 2
Спектральный диапазон, нм	13.2—13.6	29.5—31.5	0.8418—0.8423	
Линии	Fe XXI—Fe XXIII	He II, Si XI	Mg XII	
Поле зрения	Диск — 35' Корона — от 2 до 5 R ₀		45'	
Угловое разрешение	1"		2"	
Спектральное разрешение	1 нм		0.02 пм/пкл	
Длительность экспозиции, с	0.01—600			
Эффективная площадь зеркал, см ²	100		60	

Таблица 6. Основные характеристики быстрого монитора БРМ

Каналы регистрации, кэВ	Эффективная площадь, см ²	Временное разрешение
20—30	20	до 2-3 мс
30—40	20	
40—50	20	
50—70	20	
70—130	20	
130—600	15	
20—600	15	

Таблица 7. Основные характеристики УФ-монитора ФОКА

Номер диапазона	Ширина спектрального диапазона, нм	Основные эмиссионные линии
1	< 10	—
2	17—35	30.4 нм — He II, Si XI
3	55—63	58.4 нм — He I
4	70—90	80 нм — O II—O IV
5	90—110	102.6 нм — L _β
6	120—130	121.6 нм — L _α
7	400—1100	—

Точность измерения абсолютной интенсивности составляет порядка нескольких процентов от полного потока. Оккультационные (затменные) измерения — наблюдения диска Солнца через верхние слои земной атмосферы позволяет получить распределение температуры и плотности на высотах 150 — 550 км. Основные характеристики УФ-монитора представлены в табл. 7.

Анализатор заряженных частиц ЭЛЕКТРОН-М-ПЕСКА. Заряженные частицы регистрируются телескопом-системой из четырех полупроводниковых кремниевых ионно-имплантированных детекторов, размещенных в цилиндрической алюминиевой пассивной защите. Идентификация частиц и определение их энергии производится по их удельной ионизации при движении в системе детекторов. Основные характеристики анализатора частиц приведены в табл. 8.

Таблица 8. Основные характеристики анализатора частиц ЭЛЕКТРОН-М-ПЕСКА

Характеристика	Значение
Геометрический фактор	2—3 см ² ср.
Угол зрения	50°
Зарядовое разрешение	0.5 e
Массовое разрешение	0.5 а. е. м.
Эффективная площадь детекторов	9, 6, 9 и 12 см ²
Энергетический диапазон	
Электроны	0.2—2.0 МэВ
Протоны	1—50 МэВ
Ядра с Z < 26	2—50 МэВ/нуклон

Таблица 9. Основные характеристики телескопа СТЭП-Ф

Характеристика	Значение
Геометрический фактор	20 см ² ср.
Угловое разрешение	8°
Поле зрения	97°×97°
Эффективная площадь:	
полупроводниковые детекторы	20 см ² каждый
сцинтилляционные детекторы	36 см ² ; 49 см ²
Размер элементов матрицы ППД	7.3 мм × 7.3 мм
Количество элементов в ППД	36
Энергетический диапазон	
электроны	0.4—14.3 МэВ
протоны	9.8—61.0 МэВ
альфа-частицы	37.0—246.0 МэВ

Телескоп электронов и протонов СТЭП-Ф [2]. Блок детекторов содержит два идентичных кремниевых позиционно-чувствительных матричных детектора и два сцинтилляционных детектора из кристаллов CsI(Tl). Основные характеристики телескопа показаны в табл. 9.

Телескоп низкоэнергичного γ-излучения RT-2 [6]. Для регистрации в приборе используются два составных сцинтилляционных детектора (фосвичи) 3-мм NaI(Tl)/25-мм CsI(Na) диаметром 11.7 см с коллиматорами 6°×6° и 10°×10°. Для исключения фона используется пассивная защита Cu/Sn/Pb и пластиковые антисовпадательные счетчики. В

Таблица 10. Основные характеристики телескопа RT-2

Мода	Энергетический диапазон, кэВ	Эффективная площадь, см ²	Энергетическое разрешение $\Delta E/E$	Временное разрешение, мс
Фосвич-мода	10—150	150	16.5 % (60 кэВ)	1 (0.1)
Спектрометрическая мода	100—2000	150	12 % (662 кэВ)	1 (0.1)
ППД	10—80	100	2 % (60 кэВ)	1 (0.1)

третьем детекторе используются детекторы на основе полупроводников кадмий-цинк-теллур (CZT). Основные характеристики телескопа приведены в табл. 10.

СБОР НАУЧНЫХ ДАННЫХ НА БОРТУ КА

Сбор, регистрация и накопление данных с научных приборов КНА ФОТОН осуществляется системой ССРНИ в виде цифровых массивов (ИЦМ) объемом по 960 бит. Скорости передачи каждого цифрового массива равны 62.5 или 125 кбит/с. Отдельный прибор может быть источником нескольких ИЦМ. Общее число ИЦМ равно 24. Распределение памяти между ИЦМ устанавливается в соответствии с квотами и может изменяться по командам. Общая информационная емкость долговременной памяти ССРНИ составляет 4 Гбит (512 Мбайт).

Кроме того, ССРНИ принимает и хранит телеметрическую информацию от бортовой телеметрической системы (БАТС). ССРНИ производит выдачу кода бортового времени и программных команд управления всем источникам цифровых массивов. Во время сеансов связи информация, накопленная в ССРНИ, передается со скоростью 7.68 Мбит/с на наземный приемный пункт по радиолнии на двух близких частотах диапазона 8.2 ГГц.

Блок управления и соединений (БУС-Ф) осуществляет подключение и отключение шин питания, преобразование и распределение команд управления, поступающих от бортовых систем (БКУ) к приборам КНА.

УПРАВЛЕНИЕ КНА

Функционирование КНА ФОТОН на борту КА КОРОНАС-ФОТОН можно описать следующим образом:

— при штатной эксплуатации все приборы работают непрерывно в соответствии с программой;

— с БКУ КА через БУС-ФМ и ССРНИ осуществляется управление работой научной аппаратуры с помощью функциональных команд и командно-программной информации;

— данные с приборов по их непосредственному запросу передаются и накапливаются в ССРНИ до момента заполнения выделенных индивидуальных информационных квот, после заполнения квот опрос приборов прекращается до момента сброса данных на наземный пункт приема;

— периодически один раз в четыре секунды служебная информация, поступающая с приборов КНА на бортовую аппаратуру телесигнализации, и служебно-навигационная информация с КА передаются бортовой управляющей машиной по мультиплексному каналу обмена в ССРНИ;

— два (четыре) раза в сутки данные из памяти ССРНИ поступают в бортовое устройство передачи данных и по радиолнии сбрасываются на наземный пункт приема, где информация декодируется, тестируется и по каналам интернет передается в Центр экспресс-обработки, накопления и хранения данных в МИФИ;

— от одного до нескольких раз в неделю, в зависимости от этапа проведения эксперимента, из ЦУПа на борт КА передаются разовые команды управления и КПИ, осуществляется контроль параметров орбиты и сверка и коррекция бортового времени КА.

КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ КОРОНАС-ФОТОН

Прототипом космического аппарата КОРОНАС-ФОТОН служит КА МЕТЕОР-3М. Принципиальным отличием является требуемая для КА КОРОНАС-ФОТОН одноосная ориентация: продольная ось аппарата должна быть постоянно направлена на Солнце. Основные параметры КА КОРОНАС-ФОТОН даны в табл. 11. Запуск будет осуществлен с космодрома г. Плесецк ракетой-носителем типа «Циклон 3-М».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Параметры космического аппарата и научной аппаратуры проекта КОРОНАС-ФОТОН позволяют:

— регистрировать электромагнитное излучение Солнца в диапазоне энергий от десятков электрон-вольт (приборы ТЕСИС и ФОКА) до нескольких гигаэлектрон-вольт (прибор НАТАЛЬЯ-2М);

— получать изображения диска Солнца в монохроматических линиях ионов высокотемпературной

Таблица 11. Технические характеристики КА КОРОНАС-ФОТОН

Параметр	Значение
Масса КА, кг	1900
Масса полезной нагрузки, кг	540
Резерв массы, кг	400
Напряжение электропитания, В	27
Обеспечение электропотребления научной аппаратуры:	
среднесуточное, Вт	400
максимальное (15 мин за виток), Вт	600
Точность ориентации продольной оси КА на центр диска Солнца	$\pm 5'$
Точность определения положения продольной оси КА относительно направления на центр диска Солнца	$3'$
Точность определения положения остальных осей КА	$2-3^\circ$
Угловая скорость КА по каждой оси, град/с. За время максимальной тени (≈ 36 мин) возможна потеря ориентации на Солнце на $10-12^\circ$. Это рассогласование ликвидируется при выходе из тени за 1-2 мин	≤ 0.005
Точность определения местоположения КА на орбите:	± 1000
вдоль орбиты, м	± 500
по высоте и в боковом направлении, м	
Объем запоминаемой научной информации за сутки, Гбит	8.2
Объем информации, передаваемой за один сеанс связи, Мбит	2048
Орбита КА:	
тип	Круговая
высота, км	500
наклонение, град	82.5
Срок активного существования, год	3

плазмы с одновременным мониторингом ультрафиолетового и мягкого рентгеновского излучения Солнца;

— измерять линейную поляризацию жесткого рентгеновского излучения и вести гамма-спектроскопию вспышечных областей;

— исследовать в околоземном пространстве химический и изотопный состав потоков заряженных частиц и проводить их пространственный и энергетический анализ;

— регистрировать рентгеновское и гамма-излучение дискретных источников и гамма-всплесков;

Таким образом, создаваемый космический комплекс позволит решить поставленные научные задачи.

Работы по проекту КОРОНАС-ФОТОН финансируются Росавиакосмосом в рамках Федеральной космической программы России.

1. Голенецкий С. В., Бурьян Ю. А., Деменьтьев И. В. и др. Эксперимент ГЕЛИКОН // Комплексные исследования Солнца и солнечно-земных связей. — Л.: ФТИ АН СССР, 1989.—С. 29—34.
2. Дудник А. В., Залобовский И. И. Научные задачи международного космического эксперимента КОРОНАС-ФОТОН // Космічна наука і технологія.—2000.—6, № 2/3.—С. 3—12.
3. Котов Ю. Д., Архангельский А. И., Юров В. Н. и др. Характеристики спутникового прибора НАТАЛЬЯ-2М для регистрации нейтронов с энергиями выше 5 МэВ // Приборы и техн. эксперимента.—1999.—5.—С. 10—15.
4. Котов Ю. Д., Самойленко В. Т., Архангельский А. И. и др. Гамма-спектрометр для области энергий 0.3—2000 МэВ спутникового эксперимента ФОТОН // Приборы и техн. эксперимента.—1999.—5.—С. 30—36.
5. Kotov Yu. D., Dergachev V., Yurov V. N., Kruglov E., et al. Compton scattering polarimeter PENGUIN for solar flares polarimetry // Proc. of 27th Inter. Cosmic Ray Conf. — Munchen, 2001.—P. 2822—2825.
6. Kotov Yu. D., Nikolskij S. I., Yurov V. N., Damle S. V. Satellite project «Photon» for study of solar flare hard radiation // Proc. of the 24 Inter. Cosmic Ray Conf. — Rome, 1995.—Vol. 4.—P. 1263—1266.
7. Kotov Yu. D., Runtso M. F., Samoilenko V. T., et al. The Fast X-ray Monitor (FXM) of the PHOTON satellite project // J. Moscow Phys. Soc.—1996.—4.—P. 331—336.
8. Kotov Yu. D., Yurov V. N., Shtotsky Yu. V., et al. EUV-PHOCA-Multi-Channel Monitor for Measurements of Transmittance of Solar EUV-Emission in the Thermosphere // Phys. Chem. Earth (C).—2000.—25, N 5-6.—P. 465—469.

SCIENTIFIC OBJECTIVES AND INSTRUMENTS OF THE RUSSIAN SATELLITE PROJECT CORONAS-PHOTON

Yu. D. Kotov, V. N. Yurov, S. I. Boldyrev

The CORONAS-PHOTON mission is the third satellite of the Russian CORONAS program on solar activity observations. The primary scientific objectives of the project are the investigation of the processes of energy accumulation and its transformation to the energy of accelerated particles during solar flares and the study of the mechanisms of acceleration, propagation and interaction of fast particles in the solar atmosphere. We give the essentials of the Russian satellite project CORONAS-PHOTON developed in the framework of the Russian space program. The set of onboard scientific instruments will allow one to study the hard electromagnetic radiation of solar flares in a wide energy range from extreme UV up to high energy γ -radiation (~ 2000 MeV) as well as neutron and charge particle fluxes in the satellite orbit. The overview of observational objectives, the main parameters of the instruments and their interfaces with the satellite telemetry and command systems are presented. The launching of the satellite in a circular orbit with a height from 500 to 550 km and an inclination of 82.5° is planned for 2006.