

Российская Академия Наук

**Физический
Институт**



и.м.ени
П.Н.Лебедева

Ф И А Н

Научные задачи и современное состояние проекта ГАММА-400

Коллаборация ГАММА-400

Топчиев Николай Петрович

31 ВККЛ, Москва, МГУ

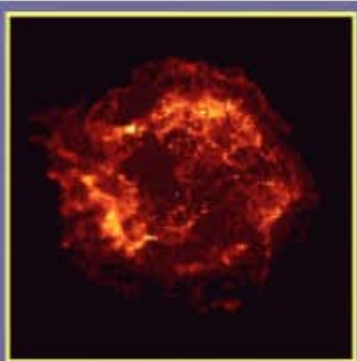
8 июля 2010 г.

А.М. Гальпер^{1,2}, И.В. Архангельская², М. Боецио³, В. Бонвичини³,
А. Вакки³, В.Я. Геча⁴, Б.А. Долгошеин², Н. Зампа³, В.Г. Зверев²,
В.А. Каплин², В.А. Качанов⁵, А.Л. Меньшенин⁴, П. Пикоцца⁶,
О.Ф. Прилуцкий⁷, В.Г. Родин⁷, М.Ф. Рунцо², П. Спиллантини⁸,
С.И. Сучков¹, Н.П. Топчиев¹, М.О. Фарбер², М.И. Фрадкин¹, Ю.Т. Юркин²

- ¹ Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН (ФИАН)
- ² Научно-исследовательский ядерный университет «МИФИ»
- ³ Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Trieste, Italy
- ⁴ Всероссийский научно-исследовательский институт электромеханики (ВНИИЭМ)
- ⁵ Институт физики высоких энергий (ИФВЭ), Протвино
- ⁶ Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Roma 2, and Physics Department of University of Rome “Tor Vergata”, Rome, Italy
- ⁷ Институт космических исследований РАН (ИКИ)
- ⁸ Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Firenze, and Physics Department of University of Florence, Florence, Italy

Внеатмосферные наблюдения астрофизических объектов в гамма-диапазоне позволяют получить чрезвычайно важную информацию об основополагающих процессах, протекающих:

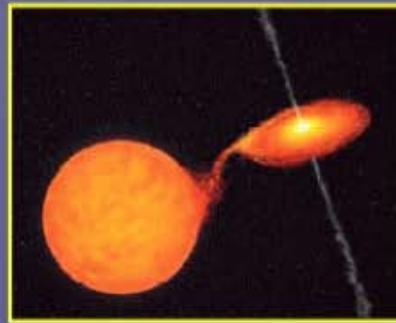
в дискретных источниках (сверхновых, пульсарах, микроквазарах, галактиках с активными ядрами, блазарах и при гамма-всплесках),



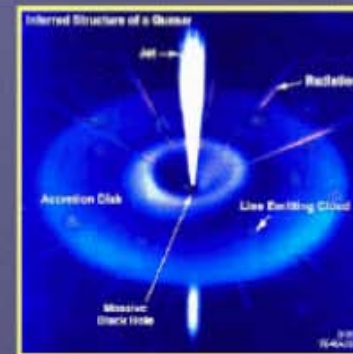
SNRs



Pulsars
and PWNe



Micro quasars
X-ray binaries

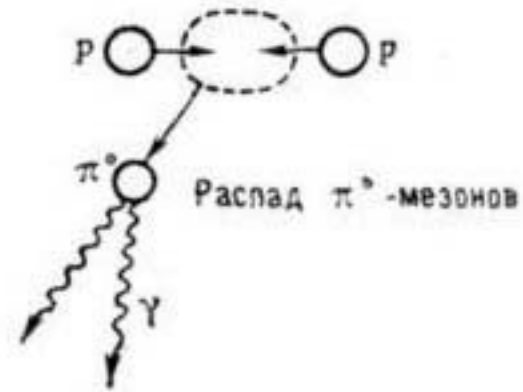
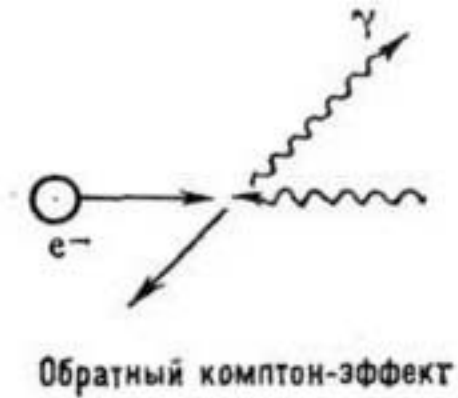


AGNs



GRBs

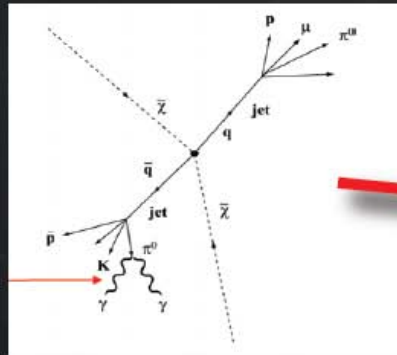
в межгалактическом и межзвездном пространстве
(диффузное гамма-излучение).



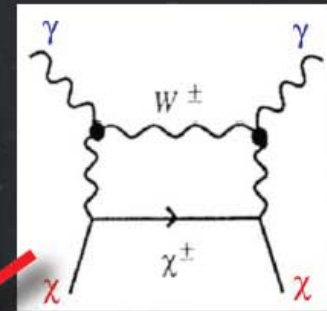
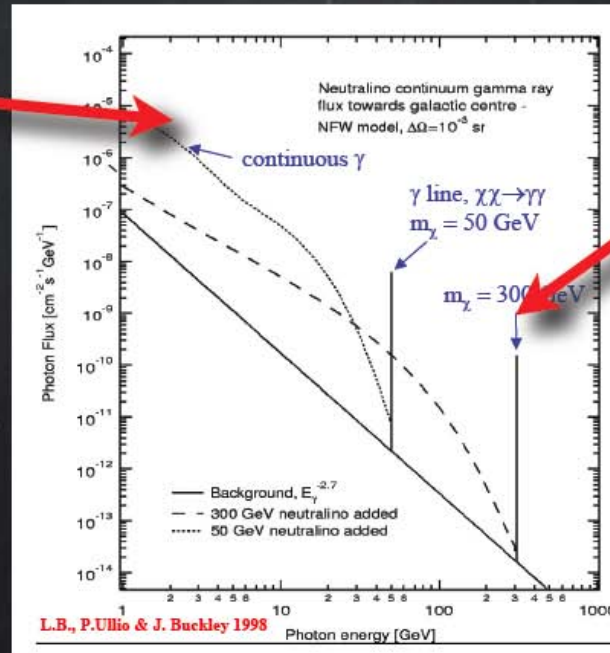
Гамма-астрономические наблюдения позволяют также приблизиться, что сегодня чрезвычайно актуально, к выяснению природы темной материи.

Космическое высокоэнергичное гамма-излучение может возникать в результате аннигиляции и распада слабовзаимодействующих массивных частиц темной материи.

- In regions of the highest dark matter density, dark matter particles and their antiparticles are expected to **annihilate into gamma-rays**, either directly into a **gamma-ray line** (with energy equal to the mass of the dark matter particle times the speed of light squared $E_\gamma = m_\chi c^2$) or a **broad spectrum of gamma-rays**.

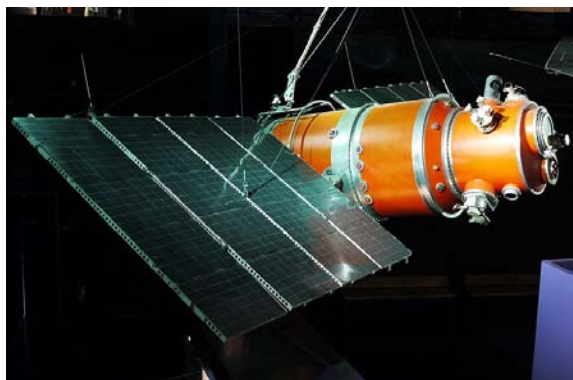


(Bergstrom 2006)



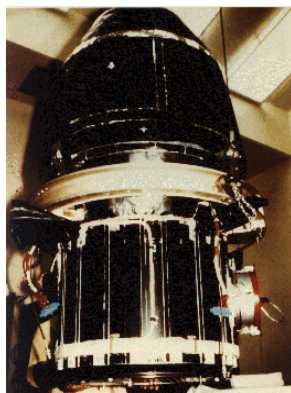
(Jungman and Kamionkowski, 1994)

Космические гамма-телескопы



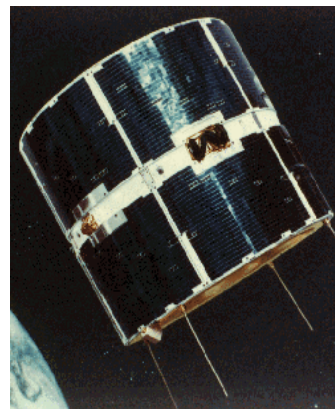
АННА-3
(Космос - 251, 264)

1968, 1969
200 МэВ – 1 ГэВ



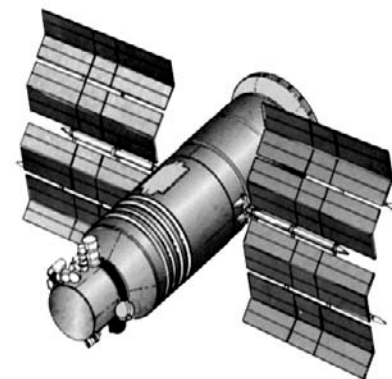
SAS-2

1972 – 1973
20 МэВ – 1 ГэВ



COS-B

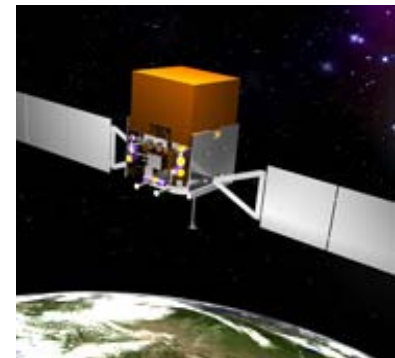
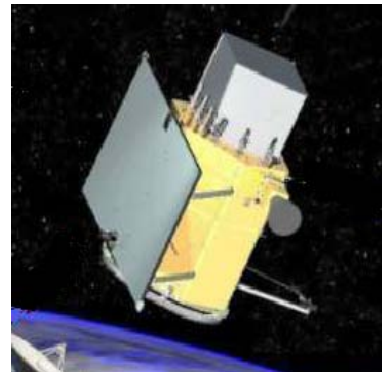
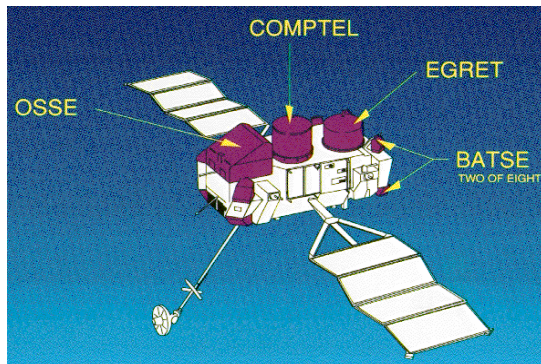
1975 – 1982
30 МэВ – 5 ГэВ



ГАММА-1

1990 – 1992
30 МэВ – 5 ГэВ

Космические гамма-телескопы



EGRET
(CGRO)
1991- 1998
30 МэВ - 30 ГэВ

AGILE
2007 – 2010
100 МэВ – 50 ГэВ

FERMI
2008
100 МэВ – 100 ГэВ

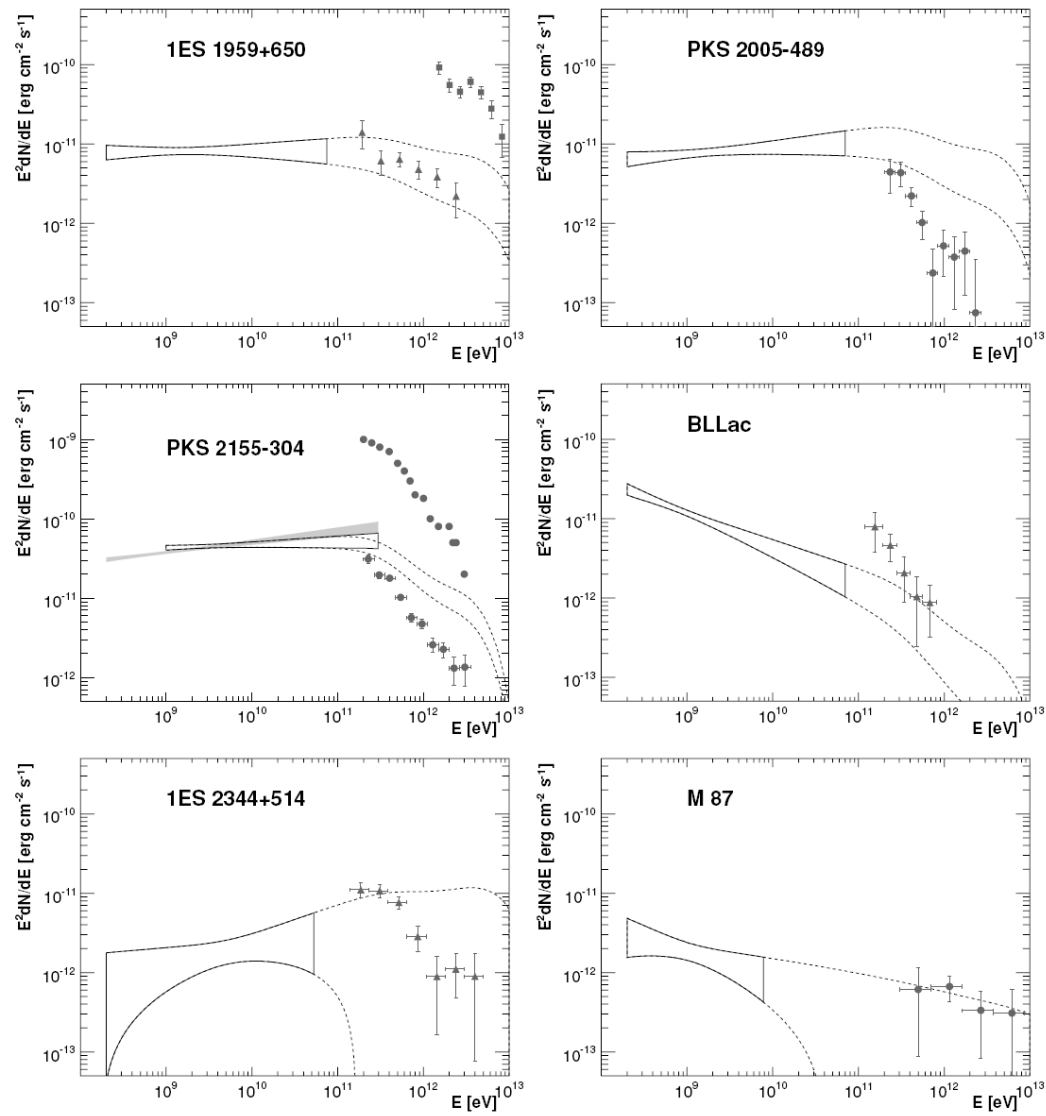
Классификация дискретных гамма-источников по данным FERMI (1FGL)
 в диапазоне энергий 100 МэВ – 100 ГэВ за первый год наблюдений
 локализация источников 20 минут (0,33 градуса)
 всего 1451, неидентифицировано – 630 (arXiv:1002.2280v1)

Типы источников	Обозначение	Число идентифицированных
Pulsar, X-ray or radio, identified by pulsations	PSR	7
Pulsar, radio quiet (LAT PSR, subset of above)	PSR	24
Pulsar wind nebula	PWN	2
Supernova remnant	SNR	41
Globular Cluster	GLC	8
BL Lac type of blazar	BZB	295
FSRQ type of blazar	BZQ	274
Non-blazar active galaxy	AGN	28
Active galaxy of uncertain type	AGU	92
Normal galaxy	GAL	6
Starburst galaxy	SBG	2

EGRET: 270 источников (170 неидентифицировано)

AGILE: 47 источников (26 неидентифицировано)

FERMI OBSERVATIONS OF TeV-SELECTED AGNs



Энергетические спектры для
АГЯ в ТэВ-области по данным
FERMI и наземных гамма-
телескопов
(ApJ, 707 (2009), 1310-1333).

Требования к следующему поколению гамма-телескопов

1. Расширение энергетического диапазона.
2. Улучшение энергетического разрешения.
3. Улучшение углового разрешения.
4. Улучшение чувствительности.
5. Повышение эффективности отбора гамма-квантовых событий.

ГАММА-400

АС - антисовпадательные
детекторы

Конвертор

К1-К6 - 6 слоев W
по 0,14 р.е.д.

КД1-КД6 - 6 Si (x, y)
стриповых коорд.
детекторов с шагом 0,1 мм

КД7-КД8 - Si (x, y) стриповые
коорд. детекторы с шагом 0,1 мм

С1, С2 - сцинтилляторы ВПС

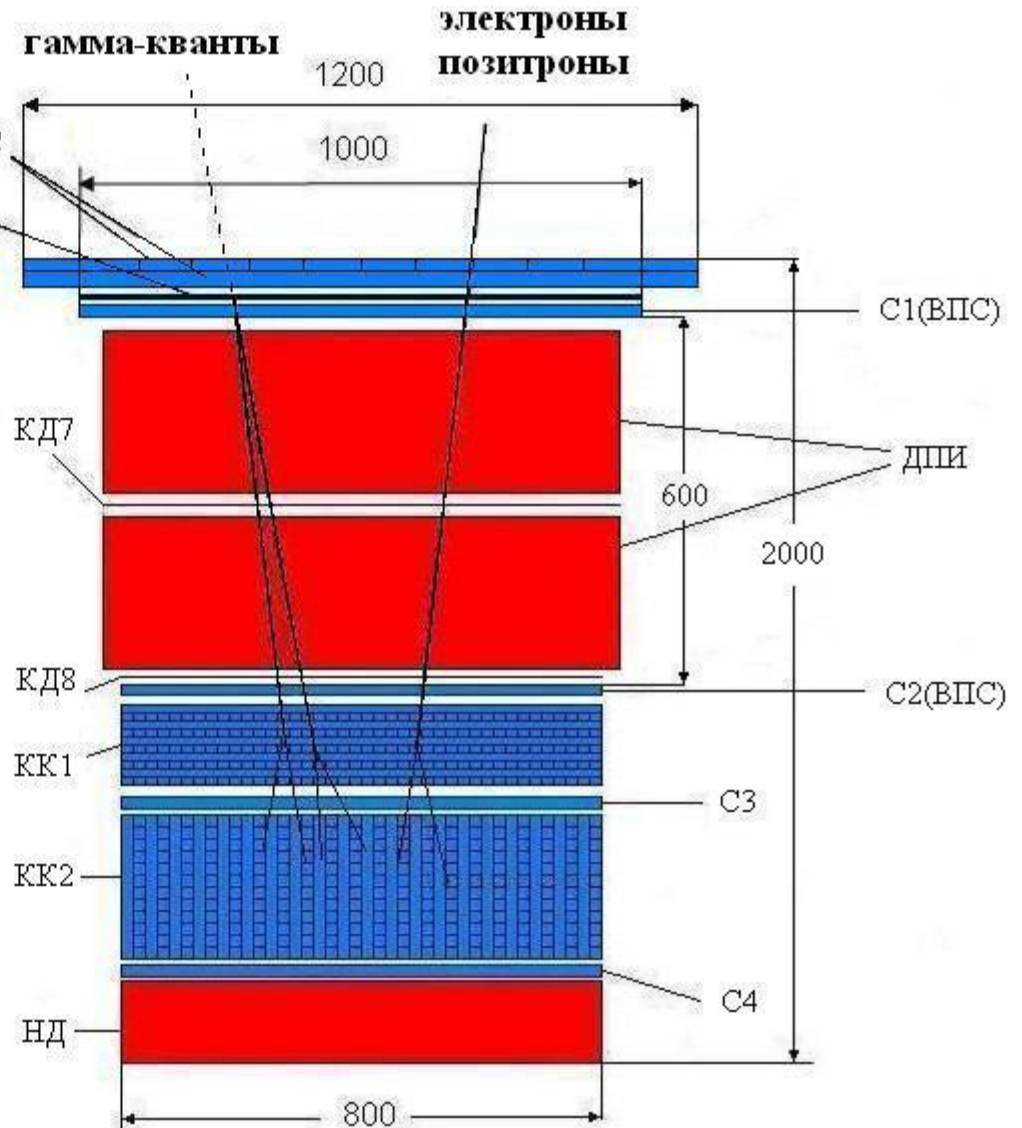
ДПИ - детекторы переходного излучения

КК1 - координатный калориметр (9 р.е.д.)
10 слоев: ВGO + Si (x, y) стриповые
коорд. детекторы с шагом 0,1 мм

КК2 - координатный калориметр (21,5 р.е.д.)
из кристаллов ВGO

С3, С4 - сцинтилляторы

НД - нейтронный детектор



Сравнение характеристик ГАММА-400 и FERMI-LAT

	FERMI-LAT	ГАММА-400
Орбита	560 км	500-300000 км
Диапазон энергий	100 МэВ - 100 ГэВ	100 МэВ - 3000 ГэВ
Чувствительная площадь	1.6 м ²	0.64 м ²
Координатные детекторы	Si стрипы с шагом 0.23 мм	Si стрипы с шагом 0.1 мм
Угловое разрешение (E _γ > 10 ГэВ)	~0.1°	~0.02°
Калориметр - толщина, р.е.д.	CsI 8.5	BGO + Si стрипы 30.5
Энергетическое разрешение (E _γ > 10 ГэВ)	~10%	~1%
Режекция протонов	10 ⁴	10 ⁶
Чувствительность, фотон/см ² с (E _γ > 100 МэВ)	~5x10 ⁻⁹	~5x10 ⁻⁹

НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЕКТА «ГАММА-400»

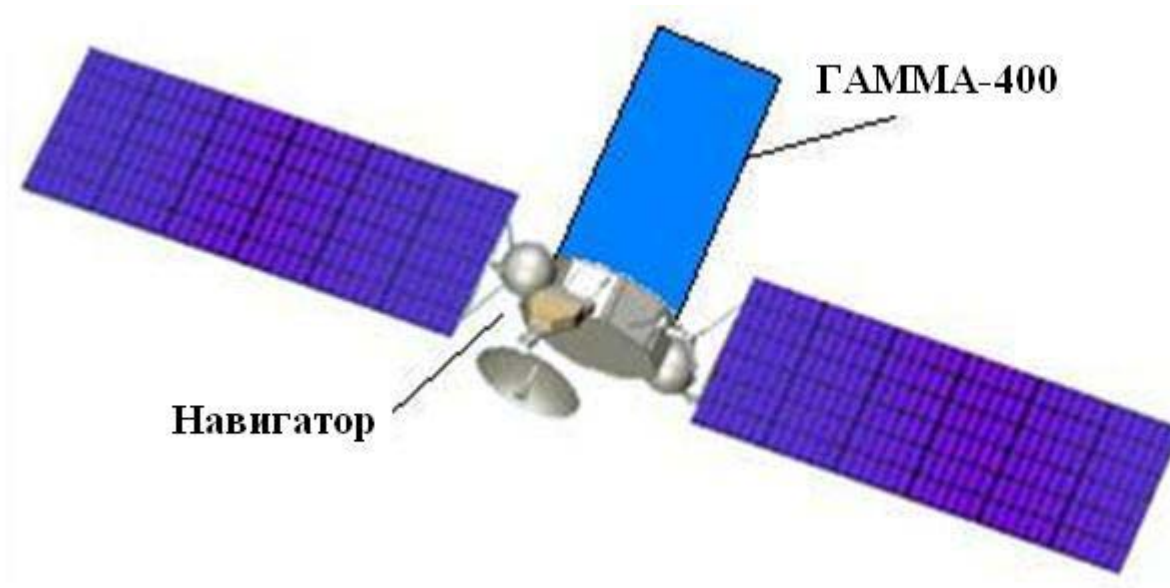
1. Гамма-астрономия

- Поиск и отождествление новых источников высокоэнергичного гамма-излучения.
- Мониторинг дискретных гамма-источников.
- Исследование диффузного высокоэнергичного гамма-излучения.
- Исследования высокоэнергичного гамма-излучения от солнечных вспышек.
- Поиск и исследование высокоэнергичных гамма-всплесков.

2. Темная материя

- Исследование диффузного высокоэнергичного гамма-излучения.
- Исследование потоков высокоэнергичных электронов и позитронов (одновременные наблюдения).

Космическая обсерватория «ГАММА-400»



- Гамма-телескоп ГАММА-400 планируется установить на платформе «Навигатор» (НПО им. С.А. Лавочкина). В течение 2011-2013 гг. с использованием космической платформы «Навигатор» будут осуществляться проекты «Радиоастрон», «Ультрафиолет», и «Рентген-Гамма».
- Ракета-носитель «Зенит-2СБ».

Орбита полета космической обсерватории «ГАММА-400»

