

«Гамма-400»: наш ответ Fermi

Мы продолжаем рассказывать об отечественных научных программах. Проект космической обсерватории для исследования гамма-излучения в диапазоне высоких энергий «Гамма-400» в 2001 г. был включен в Федеральную космическую программу РФ на 2001–2005 гг., а затем и на 2006–2015 гг. По своим характеристикам обсерватория должна превзойти существующие аналоги и, прежде всего, американский гамма-телескоп *Fermi* (НК №10, 2008). В настоящее время разрабатывается дополнение к эскизному проекту (ЭП) и имеется реальная перспектива запуска в 2017 г. В конце июня 2011 г. в проекте произошло знаменательное событие: в Национальном институте ядерной физики в Италии (INFN) состоялся Научный совет, где приняли официальное решение о включении итальянских специалистов в разработку «Гамма-400».

Е. Левченко.
«Новости космонавтики»

Гамма-астрономия в СССР стала развиваться в 1970-е годы. В первой половине 1980-х началась разработка телескопа «Гамма-1» для исследования в области энергий от 50 МэВ до 5 ГэВ. В конце 1980-х, когда проработка проекта «Гамма-1» в основном была завершена (шли испытания и подготовка к старту), в Физическом институте АН (ФИАН) имени П.Н.Лебедева возникли предложения по измерению гамма-излучения в диапазоне энергий до 400 ГэВ – отсюда и название проекта «Гамма-400». Угловое* и энергетическое разрешение** в том варианте проекта составляли 2° и 20% соответственно.

В течение 1990–1992 гг. на орбите проводились наблюдения телескопом «Гамма-1». Параллельно с 1991 по 2000 г. в космосе в составе Комptonовской гамма-обсерватории CGRO работал телескоп EGRET в диапазоне энергий от 30 МэВ до 30 ГэВ. Результаты измерений и опыт работы этих телескопов потребовали внесения изменений в физическую схему «Гамма-400». В ходе НИР «Проработка предложений по исследованию особенностей диффузного гамма-излучения», выполненной по заданию Роскосмоса, диапазон энергий измеряемых гамма-квантов был увеличен вначале до 1000 ГэВ, а затем до 3000 ГэВ. Энергетическое разрешение составляло теперь ~2% (при энергии гамма-кванта $E_\gamma = 1000$ ГэВ), угловое предполагалось довести до 1–2° ($E_\gamma = 1000$ ГэВ).

Но в 2008 г. на орбиту выводится уникальный гамма-телескоп *Fermi*. Это событие вновь заставило ученых ФИАН пересмотреть концепцию проекта. Предложенные нововведения обусловили проведение нового конкурса – на дополнение к ЭП (ДЭП), защи-

щенному на НТС Роскосмоса в 2010 г. И здесь у ФИАН и НПО имени С.А. Лавочкина, главных разработчиков «Гамма-400», неожиданно появился конкурент. Тем не менее проект остался в прежних руках.



Об истории и концепции «Гамма-400» и о текущей работе мы поговорили с заместителем научного руководителя проекта, главным конструктором комплекса научной аппаратуры, ведущим научным сотрудником лаборатории космических лучей ФИАН, к. ф.-м. н. **Николаем Петровичем Топчевым**.

– Как в целом шло развитие проекта?

– До 2008 г. по «Гамма-400» проводились НИР и ставились задачи по исследованию диффузного гамма-излучения и поиску особенностей в энергетическом спектре для обнаружения частиц темной материи. Для этих задач создавался вариант «Гамма-400» с угловым разрешением около 1°, энергетическим разрешением около 3%, массой 1700 кг, энергопотреблением 800 Вт, объемом передавае-

Научные задачи проекта «Гамма-400»

❶ Гамма-астрономия

- ❖ Поиск и отождествление новых источников высокозернистого гамма-излучения.
- ❖ Мониторинг дискретных гамма-источников.
- ❖ Исследование диффузного высокозернистого гамма-излучения.
- ❖ Изучение высокозернистого гамма-излучения при солнечных вспышках.
- ❖ Поиск и исследование высокозернистых гамма-всплесков.

❷ Темная материя

- ❖ Исследование диффузного высокозернистого гамма-излучения.
- ❖ Одновременные наблюдения потоков высокозернистых электронов и позитронов.

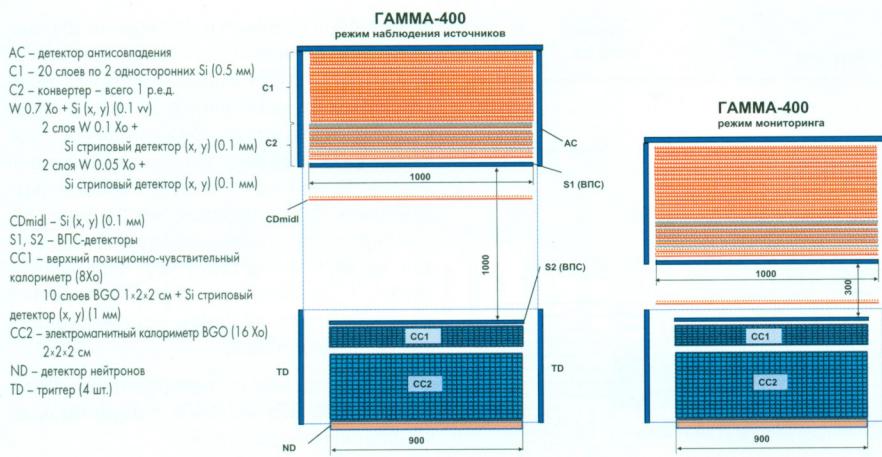
мой на Землю информации 500 Мбайт/сут. Эти параметры и были заложены при начале работ по эскизному проектированию на стадии ОКР.

Однако с началом работы *Fermi* и появлением реальной возможности привлечь итальянских специалистов, способных разработать и изготовить кремниевые стриповые детекторы с малым шагом, был предложен вариант гамма-телескопа, научные задачи которого дополнялись исследованием

Табл. 1. Исполнители работ по проекту «Гамма-400»

Организация	Задачи
НПО имени С.А. Лавочкина ФИАН	Разработка КА на базе служебного модуля «Навигатор» Разработка комплекса научной аппаратуры (КНА)
Научно-исследовательский ядерный университет МИФИ	Соисполнители по КНА Разработка и изготовление отдельных систем и детекторов, настройка детекторной части, участие в калибровке, участие в летных испытаниях и обработке научной информации
Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе РАН, Санкт-Петербург	Разработка, изготовление, калибровка системы регистрации гамма-всплесков
Институт космических исследований	Разработка и изготовление звездных датчиков
Институт физики высоких энергий, Протвино	Разработка и изготовление калориметра (системы измерения энергии гамма-квантов и заряженных частиц)
Научно-исследовательский институт электромеханики, Истра	Разработка и изготовление конструкции телескопа, сборка и испытания отдельных систем и телескопа в целом
Предполагается участие:	
Национальный институт ядерной физики INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare), Италия	Разработка и изготовление детекторов для регистрации гамма-квантов в области энергий 50–300 МэВ, дар космических лучей, разработка и изготовление кремниевых стриповых детекторов* с малым шагом
Американские участники проекта Fermi	Пока оказывают помощь в качестве консультантов, но, возможно, примут участие в разработке и создании времязадержательной и антисовпадительной систем

* Кремниевые стриповые детекторы – разновидность полупроводниковых счетчиков в виде узких полос кремния на твердой подложке.



▲ Текущая (не окончательная) схема гамма-телескопа «Гамма-400»

выйдет из радиационных поясов Земли, тем самым обеспечив максимальное время наблюдения.

Такую орбиту нам [ФИАН] предложили в НПО С.А. Лавочкина. Наклонение было выбрано из соображений доступности наших наземных пунктов приема информации. Некоторые параметры орбиты мы еще будем уточнять. Мы бы хотели выбрать дату запуска, позволяющую максимально быстро выйти из радиационных поясов Земли, в которых придется либо вообще отключать аппаратуру, либо искать специальное решение.

Fermi, кстати, летает ниже радиационных поясов Земли по круговой орбите.

– Что на данный момент уже разработано в окончательном виде? Проведены ли какие-нибудь испытания?

– Сейчас практически отработана новая физическая схема «Гамма-400», причем во многом согласованная с итальянцами. Ведутся постоянные компьютерные расчеты с целью оптимизации прибора, получения лучших характеристик гамма-телескопа при заданных ограничениях по весу и энергопотреблению. По отдельным детекторным системам проведены лабораторные испытания. Надеемся, к концу этого года с физической схемой проекта мы определимся окончательно и выдадим чертеж общего вида.

– Почему к работе были привлечены итальянцы?

– История нашего сотрудничества такова. Для проекта Pamela* (который, по прогнозам, должен работать на орбите еще минимум год) они также изготавливали кремниевые стриповые детекторы, но с большим

шагом. Поскольку с российской стороны проектом руководит профессор ФИАН А.М. Гальпер (как и в «Гамма-400»), то заявившиеся контакты сыграли свою роль. Вскоре по его инициативе итальянцы предложили усовершенствованные детекторы, специально для «Гамма-400». Были привлечены не только те же специалисты, но и инженеры из проекта AGILE**. Мы взаимодействуем уже два года. В сентябре 2011 г., когда будет окончательно решен вопрос с финансированием со стороны Италии, Роскосмос, возможно, заключит соглашение с Итальянским космическим агентством ASI – и тогда проект получит международный статус. В этом случае никакие дополнительные конкурсы уже будут не нужны, то есть не повторится недавняя ситуация с ДЭП. Итальянцы включаются в проект со своими детекторными системами (мы при этом экономим финансовые средства) и как дивиденд получают доступ к научным результатам.

Итальянцы предлагают доработать телескоп таким образом, чтобы проводить исследование гамма-излучения с более низкой энергией (с 50 МэВ), их также интересует измерение спектров ядер космических лучей. Для этого они предлагают изготовить дополнительные детекторы. Каждую неделю мы проводим skype-конференции, и физическая схема проекта постоянно оптимизируется. Конечно, мы не выходим за рамки требований ДЭП – по габаритам, по массе КА не более 2600 кг, по энергопотреблению не более 2 кВт, по объему телеметрии не более 100 Гбайт/сутки. Мы для своих целей уже поставили «жесткую» схему, и итальянцы понимают, что, если они хотят реализовать какие-то свои дополнительные задачи, им

придется вписаться в заложенные объемы. Конечно, мы можем в крайнем случае поделиться или «потесниться».

– Как возникла идея сотрудничать с американскими коллегами из проекта Fermi?

– Понимаете, научный мир тесен. Мы периодически выступали на одних и тех же конференциях, наладили связи, нашли общие интересы. Fermi сейчас набирает статистику. Сам телескоп будет работать еще две-четыре года. То есть к тому времени, когда мы взлетим, они, скорее всего, закончат свою работу. Естественно, они многое открыли. Они заинтересованы в нашем проекте как в продолжении своей работы. Мы им посыпали некоторые материалы – они смотрели, давали свои замечания и комментарии. Все это происходило без какого-либо контракта, бескорыстно с их стороны. Выяснилось, что они могут внести свою лепту: изготовить некоторые детекторные системы (табл. 1). При этом мы знаем, что эти системы уже хорошо отработаны в США, так что хотели бы с ними сотрудничать. Тем более что специалистам в этой области сейчас нелегко: аналогичных проектов в ближайшем будущем пока не предвидится, и они ценят любую возможность участвовать в работе. Составление ДЭП заканчивается в июне 2012 г., затем примерно год займет разработка конструкторской документации, а дальше – изготовление.

– Каково финансирование проекта? Какими темпами оношло?

– На эскизный проект в 2009–2010 гг. предприятиям НПО С.А. Лавочкина и ФИАН суммарно было выделено около 70 млн руб. На дополнение к эскизному проекту в 2011–2012 гг. сейчас выделяется около 50 млн руб. Мы стараемся использовать в проекте самые передовые технологии. Например, конструкцию приборов намерены выполнить из углепластика для экономии веса.

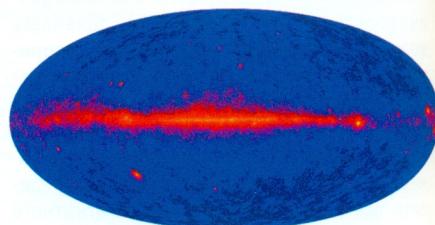
– Когда состоится запуск обсерватории?

– Теоретический срок – конец 2016 г., реальный – середина 2017 г.

– Кто будет пользователем данных, полученных с телескопа?

– Все организации – участники «Гамма-400». Хотя мы знаем опыт проекта Fermi, специалисты которого уже спустя год после анализа результатов разместили все данные в открытом доступе. У нас пока нет такой практики. Например, Pamela работает на орбите уже пять лет, и пока открытых данных по нему нет.

▼ Карта интенсивности неба в гамма-диапазоне, составленная по данным телескопа Fermi. Из 1451 источника идентифицирован только 821



* Pamela – российско-итальянский комплекс аппаратуры для исследования antimатерии и материи и астрофизики легких ядер, выведенный на орбиту 15 июня 2006 г. в составе полезной нагрузки КА «Ресурс-ДК» № 1 (НК № 8, 2006).

** Телескоп AGILE работал на одноименном итальянском КА с 2007 г., исследовал гамма-источники в диапазоне энергий 100 МэВ ... 50 ГэВ.