

Кто поможет раскрыть главную тайну Вселенной

18 мая, 08:00



© Иллюстрация РИА Новости . Depositphotos / Juric.P, НПО имени Лавочкина
МОСКВА, 18 мая — РИА Новости, Татьяна Пичугина. Российские ученые разрабатывают телескоп нового поколения для измерения высокоэнергичного космического гамма-излучения. Это поможет детально исследовать центр нашей Галактики, созвездие Лебедя, другие объекты галактического диска и обнаружить признаки темной материи. Как идет работа над проектом "ГАММА-400", РИА Новости рассказали его научный руководитель профессор Аркадий Гальпер (ФИАН, МИФИ) и заместитель научного руководителя — главный конструктор Николай Топчиев (ФИАН).

Вселенские ускорители

Космическая среда пронизана электромагнитным излучением самой разной природы. Источниками могут быть солнечные вспышки, звезды, пульсары, активные ядра галактик, процессы, связанные с темной материей, и многое другое.

Гамма-излучение, достигающее верхних слоев земной атмосферы, — это фотоны самых больших энергий — от миллионов до миллиардов электронвольт. Такие же получают в ускорителях заряженных частиц — например, ЛНС в Женеве или НИКА в Дубне. Там ускоренные частицы — протоны, легкие ядра, электроны — взаимодействуют с веществом. В результате возникают новые частицы, распадающиеся или самоаннигилирующиеся с образованием гамма-квантов высокой энергии.

Для астрофизиков гамма-излучение служит бесценным источником информации о далеких мирах. Не исключено, что оно поможет раскрыть тайну темной материи — загадочной субстанции, обеспечивающей четверть массы Вселенной, пока недоступной прямому наблюдению в космосе и на ускорителях.



© Иллюстрация РИА Новости . Источник: проект "ГАММА-400"

Источники гамма-квантов — это объекты и процессы, способные разгонять элементарные частицы до релятивистских скоростей

Как поймать сгусток энергии

Гамма-излучение, как и все космические частицы, кроме нейтрино, полностью поглощается в атмосфере планеты и проливается на поверхность ливнем разнообразных вторичных следов, в том числе черенковским оптическим излучением, собираемым с помощью больших наземных зеркал. По ливням можно примерно восстановить, где находится породивший их источник.

Скрыть объявление

Чтобы наблюдать галактическое гамма-излучение в чистом виде, нужно выйти за пределы атмосферы. Первые орбитальные гамма-телескопы запустили советские ученые из МИФИ в 1968 и 1970 годах. Гамма-телескоп "АННА-3" на спутниках "Космос-251" и "Космос-264" определял направление прилета и энергию каждого гамма-кванта в отдельности.

Гамма-кванты нейтральные, и единственный способ их обнаружения — заставить взаимодействовать с веществом, измерить выделенную при этом энергию и направление прилета фотона. При этом образуется пара заряженных частиц — электрон и позитрон. По такому принципу действовали "АННА-3" и все последующие приборы. Последний советский аппарат "ГАММА-1" работал на орбите с 1990 по 1992 год. Сейчас пальма первенства у США. С 2008-го их FERMI/LAT просматривает последовательно все небо в гамма-диапазоне.

Точность — прогресс в астрономии

Чем точнее телескоп определяет энергию гамма-квантов, чем выше его угловое разрешение, тем больше от него ценной информации.

Скрыть объявление

Американский FERMI/LAT наблюдает гамма-излучение в диапазоне от ста мегаэлектронвольт до ста гигаэлектронвольт с угловым разрешением одна десятая градуса на самых высоких энергиях. Для современной астрофизики этого уже недостаточно, нужно добиваться большей точности. Эту принципиальную задачу решает российский проект "ГАММА-400" при поддержке Совета РАН по космосу и Федеральной космической программы.

Новый гамма-телескоп рассчитан на энергию от 20 мегаэлектронвольт до 400 гигаэлектронвольт, максимальное угловое разрешение — одна сотая градуса.

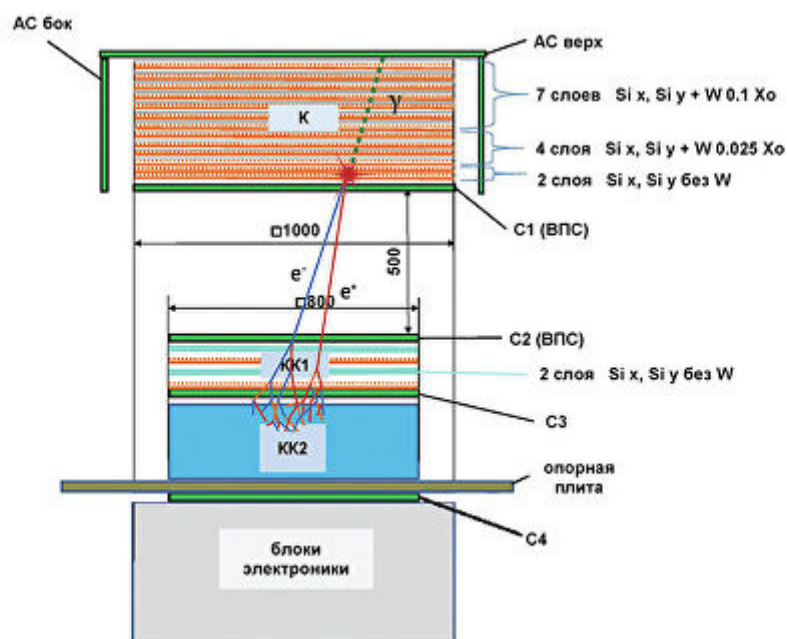
Конструкция надежная, результаты новые

Как и его предшественники, "ГАММА-400" состоит из двух принципиальных элементов: конверторов гамма-квантов и детекторов электрон-позитронных пар. Первый представляет собой набор из двух десятков тонких вольфрамовых пластин, чередующихся с координатными детекторами, определяющими направление прилета гамма-кванта.

Скрыть объявление

Для "ГАММА-400" Курчатовский институт предлагает использовать очень точные волоконные сцинтилляционные координатные детекторы, за счет которых и будет достигнуто высокое угловое разрешение. Это позволит очень точно измерить направление прилета высокоэнергичных гамма-квантов.

Второй элемент — это большой сцинтилляционный счетчик или группа счетчиков (калориметр), где поглощается электрон-позитронная пара и измеряется энергия.



© МИФИ, ГАММА-400

Устройство телескопа "ГАММА-400". К — конвертер гамма-квантов в электрон-позитронные пары, АС — детектор антисовпадения, КК1, 2 — калориметры

На предельных орбитах в поисках высоких энергий

Идею нового гамма-телескопа предложили в 1987 году выдающийся советский физик, впоследствии нобелевский лауреат Виталий Гинзбург, астрофизик Лидия Курносова и сотрудники ее лаборатории в ФИАН. Название "ГАММА-400" означает способность обнаружить гамма-кванты с энергией 400 миллиардов электронвольт.

Скрыть объявление

В то время поиски темной материи еще не были столь актуальны. Ученые просто хотели развивать гамма-астрономию, отстававшую от других направлений внеатмосферной астрономии. Однако работы затянулись на десятилетия.

По нынешним планам прибор должен быть разработан к концу 2025 года. В проекте под руководством ФИАН участвуют МИФИ, НИИСИ РАН, Курчатовский институт, Институт физики НАН Беларуси.

"ГАММА-400" значительно модернизирован, угловое разрешение в сто раз больше, чем задумывалось когда-то. Гамма-телескоп установят на спутниковую платформу "Навигатор", разрабатываемую в НПО Лавочкина. Там же разместят магнитно-плазменные детекторы и рентгеновский телескоп ART-XC — более совершенную копию телескопа "Спектра-РГ".



© Проект "ГАММА-400"

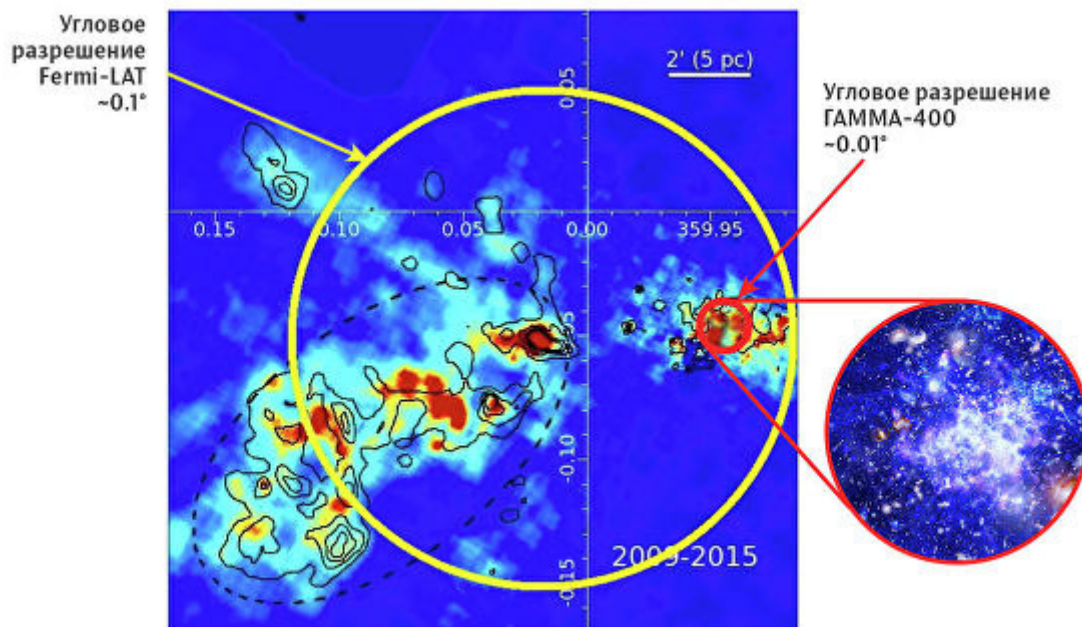
Высокоэллиптическая орбита прибора "ГАММА-400", которая позволит наблюдать чистое космическое гамма-излучение

Гамма-телескоп выведут на высокоэллиптическую орбиту, которая будет периодически менять форму: от круговой до вытянутой со средним радиусом около 200 тысяч километров. Таким образом прибор не попадет в тень Земли и сможет измерять космические гамма-кванты за пределами радиационных поясов планеты.

Скрыть объявление

В отличие от "FERMI/LAT", который сканирует небо, "ГАММА-400" будет прицельно и непрерывно наблюдать отдельные источники в течение длительного времени. Ученые хотят исследовать сначала центр Млечного пути, затем область в созвездии Лебедя и далее другие объекты в плоскости галактического диска. Из-за меньшего углового разрешения американский телескоп дает размытую картинку, без деталей. Российский же прибор заснимет все с большим разрешением, что позволит различить источники излучения.

Среди задач — наблюдение двойных систем, таких как пара черных дыр. Они разгоняют в своих окрестностях частицы до субсветовых скоростей и служат мощными источниками гамма-излучения. Интересны также объекты, излучающие не постоянно, а периодически. Чтобы их хорошенько рассмотреть и проанализировать временные характеристики в гамма-диапазоне, потребуется не один месяц прицельного наблюдения.



© Проект "ГАММА-400"

"ГАММА-400" по угловому разрешению превзойдет орбитальный телескоп FERMI/LAT на порядок. Это позволит разглядеть детали в плоскости галактического диска

В поисках частиц темной материи

Научное сообщество надеется проверить с помощью "ГАММА-400" гипотезы о природе частиц темной материи, в реальности которой сейчас уже мало кто сомневается. О темной материи много косвенных свидетельств — в частности, галактические гало или звезды-трейсеры, вращающиеся вокруг невидимого центра массы.

Согласно одной из моделей, темная материя может состоять из вимпов — так называют гипотетические массивные частицы, участвующие только в слабом и гравитационном взаимодействии. Предполагается, что при распаде вимпа или самоаннигиляции двух частиц возникает высокоэнергичное гамма-излучение с энергией гамма-квантов порядка массы вимпа.

Важное открытие в этом направлении было сделано в эксперименте "ПАМЕЛА", проведенном на орбите с 2006 по 2016 год. Прибор обнаружил в космических лучах избыток позитронов очень высоких энергий. Исследователи предполагают, что их породил не только локальный источник, (например, пульсар), а распад или самоаннигиляция частиц темной материи. Ее сгустки могут прятаться за облаками межзвездной среды, и "ГАММА-400" способен их обнаружить.

Теги: Виталий Гинзбург; Астрокосмический центр ФИАН; Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ"; РИА Наука