

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

23.12.2013

Астрофизика высоких энергий сегодня и завтра — 2013

С 23 по 26 декабря 2013 г. в Институте космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) проходит всероссийская конференция "Астрофизика высоких энергий сегодня и завтра". Конференции этой серии [1] проводятся ежегодно с 2001 г. Их тематика связана, в первую очередь, с исследованиями рентгеновского и гамма-излучений, которые сопровождают наиболее энергичные явления в нашей Вселенной: формирование скоплений галактик, взрывы сверхновых, падение вещества на черные дыры и нейтронные звезды. Но научная программа конференции не ограничивается только этим и включает наиболее актуальные проблемы современной астрофизики и космологии, для решения которых привлекаются все возможные экспериментальные данные, полученные не только в космосе, но и на Земле.

Значительная часть конференции 2013 года посвящена обсуждению свежих результатов микроволнового обзора неба обсерваторией "Планк" (*Planck*, Европейское космическое агентство) и наблюдений астрофизических объектов в жестком рентгеновском диапазоне, которые проводит телескоп нового поколения NuSTAR (Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства США). На конференции также будут обсуждаться перспективы изучения Вселенной, связанные с рентгеновской обсерваторией "Спектр-Рентген-Гамма" и другими планируемыми космическими миссиями.

Обсерватория "Планк" и поиски скоплений галактик

Первое представление данных обсерватории «Планк» в марте 2013 г. стало одним из главных событий для астрофизического сообщества. Группа ученых проекта представила к публикации в журнале *Astronomy&Astrophysics* тридцать статей [2], которые касаются всех аспектов работы обсерватории: от её технического описания до предварительных космологических результатов. За четыре с половиной года работы (2009–2013 г.) «Планк» выполнил пять обзоров всего неба и предоставил в распоряжение астрофизиков богатейшие данные о начале и эволюции нашей Вселенной.

Непосредственное участие в работе с данными обсерватории в части, касающейся поиска скоплений галактик, принимают сотрудники отдела астрофизики высоких энергий ИКИ РАН, которые входят в сообщество проекта «Планк». Российский вклад включает теоретические исследования космологической рекомбинации и физики горячей плазмы в скоплениях галактик, обработку и интерпретацию данных обсерватории, а также экспериментальную часть — оптическую поддержку наблюдений на Российско-Турецком 1,5-метровом телескопе (РТТ-150), которая проводится совместно с Казанским федеральным университетом. Кроме того, для поддержки наблюдений обсерватории «Планк» используется 6-метровый телескоп Специальной астрофизической обсерватории РАН (БТА).

«Планк» измерял с очень высокой точностью неоднородности микроволнового реликтового фонового излучения. Это излучение — фотоны, которые равномерно заполняют Вселенную с момента, когда ей было приблизительно 300 тысяч лет. Их энергия (температура) примерно, но не совсем, одинакова вне зависимости от того, в каком направлении на небе мы смотрим.

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

23.12.2013

Эти небольшие различия обусловлены множеством причин. Одна из них — галактики и скопления галактик, богатые горячим газом. Если на луче зрения наблюдателя находятся такие объекты, то яркость реликтового излучения немного меняется на разных длинах волн. Это изменение называют эффектом Сюняева-Зельдовича [3], по имени советских астрофизиков Якова Борисовича Зельдовича и Рашида Алиевича Сюняева.

Одна из задач, которую можно решить с помощью информации «Планка», — поиск новых скоплений и сверхскоплений галактик по эффекту Сюняева-Зельдовича. Хотя он был предсказан и теоретически разработан в конце 1960-х — начале 1970-х гг., только сегодня, с появлением очень чувствительных детекторов, стало возможным его измерить. «Планк» — первый космический проект в этой области.

Скопления и сверхскопления галактик — это наиболее массивные объекты во Вселенной. По тому, как они росли за 13,7 миллиардов лет её жизни, можно ставить ограничения на космологические параметры — величины, которые определяют ход развития Вселенной. Таким образом, тщательно изучая микроволновой фон, можно узнать очень многое о её прошлом.

В каталог скоплений галактик 2013 г., составленный по данным «Планка», [4] вошли 1227 объектов. Из них 861 — подтвержденные скопления галактик, в том числе 178 скоплений, не известных ранее. Оставшиеся 366 называются «кандидатами в скопления». На сегодня это наиболее глубокий каталог скоплений, охватывающий всё небо, до расстояний, соответствующих красному смещению $z=1$ (около 7 миллиардов световых лет или половина возраста Вселенной).

Но поскольку «Планк» видит только «отпечаток» на микроволновом фоне, необходимо подтвердить, что его источником были именно скопления галактик. Для этого была инициирована и продолжается сегодня программа наблюдений поддержки с помощью рентгеновских, инфракрасных и оптических телескопов. Задачи последних — найти для объекта из каталога «Планка» соответствующий объект в видимом и измерить его красное смещение, по которому вычисляется расстояние до него.

В число оптических инструментов, работающих для «Планка», входят телескопы РТТ-150 и БТА. Наблюдения, которые проводились здесь в 2011–2013 гг., позволили обеспечить около четверти всех наблюдений по программе оптической поддержки обзора «Планка» (подобная программа идет также и на телескопах Северной и Южной европейских обсерваториях).

Кроме наблюдательной части, российская группа участвовала в обработке данных «Планка», а также в теоретической части работы, которая связана с тем, чтобы перевести эти данные в ограничения на космологические параметры. Или, говоря иначе, превратить информацию о количестве и массах скоплений на разных расстояниях от нас в историю того, как эволюционировала Вселенная, как она расширялась со временем и какую роль в этом играла темная энергия.

Первые космологические результаты «Планка» основаны на анализе данных о 189 «подтвержденных» скоплениях. В результате их анализа получены ограничения на долю обычной (барионной) и скрытой (темной) материи в плоской Вселенной — $0,29+0,02$. Говоря иначе, на их долю приходится чуть меньше 30%, оставшаяся часть принадлежит темной энергии, ответственной за ускоренное расширение современной Вселенной [5]. Однако, как подчеркивают авторы, необходимы дальнейшие исследования, и, в первую очередь, следует

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

23.12.2013

более детально изучить взаимосвязь величины эффекта Сюняева-Зельдовича от массы скопления.

Таким образом, хотя обсерватория «Планк» завершила работу, её данные ещё долго останутся источником новых открытий.

Поиск скоплений и сверхскоплений галактик остается одной из наиболее актуальных задач на ближайшее десятилетие. Речь идёт, фактически, о том, чтобы составить карту Вселенной, по которой можно судить о распределении массы в пространстве: говоря образно, очертить расположение «континентов» и «островов» в «океане» пустоты — или, если использовать более научный термин, изучить крупномасштабную структуру Вселенной.

Работу в этой области продолжают наземные обсерватории, в первую очередь, уже упоминавшиеся *Atacama Cosmology Telescope* и *South Pole Telescope* (микроволновой диапазон), и в ближайшие годы начнут новые космические аппараты.

Для поиска скоплений галактик в высокоэнергичном рентгеновском диапазоне спектра в 2015 г. на орбиту будет выведен российско-германский аппарат «Спектр-РГ» [6], с двумя зеркальными рентгеновскими телескопами на борту: германским eRosita и российским ART-XC — на платформе «Навигатор» разработки НПО им. С.А. Лавочкина. Аппарат планируется вывести в точку либрации L2 системы «Земля–Солнце», которая находится на линии, соединяющей центры Солнца и Земли в 1,5 миллионах километров за Землей. Запуск намечен на 2015 г. (перенос с 2014 на 2015 г. связан с необходимостью дополнительных наземных испытаний и калибровок).

Научная программа «Спектра-РГ», в первую очередь, заключается в обзоре всего неба в мягком рентгеновском диапазоне. В его ходе предполагается обнаружить все наиболее массивные скопления галактик, с массами в сотни триллионов масс Солнца (скопления из обзора «Планка» в среднем в 10 раз массивнее, поэтому обзор «Спектра-РГ» будет более полным, предполагается, что он будет включать около 100 тысяч объектов) и 3 миллиона сверхмассивных черных дыр. Кроме этого, обсерватория будет наблюдать и отдельные объекты: благодаря тому, что рентгеновское излучение свободно проникает сквозь толщу пыли и газа, можно будет глубже проникнуть в такие области, как центр Галактики и галактические рукава.

16–20 июня 2014 года отдел астрофизики высоких энергий ИКИ РАН проводит международную конференцию «**Космология и релятивистская астрофизика (Зельдович — 100)**» [7], посвященную 100-летию юбилею со дня рождения академика Якова Борисовича Зельдовича, трижды Героя социалистического труда, иностранного члена Национальной академии наук США и Королевского общества. Идеи Я.Б. Зельдовича, одного из инициаторов проекта «Спектр-РГ» и основателя научной школы, из которой вырос отдел астрофизики высоких энергий ИКИ РАН, во многом заложили фундамент современной астрофизики и космологии. Ожидается около 270 участников со всего мира — лидеров в своих направлениях. Уровень российских и зарубежных приглашенных докладчиков, многие из которых лично знали Я.Б. Зельдовича, необычайно высок — это члены РАН, Национальной академии наук США и Королевского общества, лауреаты престижнейших премий в астрофизике и космологии.

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

23.12.2013

Дополнительная информация:

1. Астрофизика высоких энергий сегодня и завтра — 2013

<http://hea.iki.rssi.ru/conf/hea2013/>

2. Список статей научного сотрудничества проекта «Планк» на сайте ЕКА

http://www.sciops.esa.int/index.php?project=PLANCK&page=Planck_Published_Papers

3. Орбитальная обсерватория «Планк» обнаружила новое сверхскопление галактик по эффекту Сюняева-Зельдовича. Пресс-релиз ИКИ РАН (.pdf)

<http://www.iki.rssi.ru/events/2010/planck.pdf>

4. Planck Collaboration Planck 2013 results. XXIX. Planck catalogue of Sunyaev-Zeldovich sources

<http://arxiv.org/abs/1303.5089>

5. Planck Collaboration Planck 2013 results. XX. Cosmology from Sunyaev-Zeldovich cluster counts

<http://arxiv.org/abs/1303.5080>

6. Проект «Спектр-РГ» на сайте отдела астрофизики высоких энергий ИКИ РАН

<http://hea.iki.rssi.ru/ru/index.php?page=srg>

7. Космология и релятивистская астрофизика» (Зельдович — 100)

<http://hea.iki.rssi.ru/conf/zeldovich-100-ru/>