

Представление цикла работ

"Создание орбитальной обсерватории НУКЛОН, проведение исследований космических лучей высоких энергий и их химического состава",

выполненного коллективом Научно-исследовательского института ядерной физики имени
Д.В. Скобельцына

МГУ имени М.В. Ломоносова

Заведующим лабораторией кандидатом физико-математических наук Подорожным Дмитрием Михайловичем, старшим научным сотрудником кандидатом физико-математических наук Турундаевским Андреем Николаевичем и старшим научным сотрудником кандидатом физико-математических наук Кармановым Дмитрием Евгеньевичем
на соискание премии имени М.В. Ломоносова 2021 г.

В части фундаментальных исследований космоса признано, что космические лучи (КЛ) несут в себе информацию об основных источниках (ускорителях) и характеристиках межзвездной среды - мира, в котором мы живем. Результаты этих исследований – необходимый фактический материал для построения моделей Галактики, в том числе, ее энергетического баланса.

В практическом аспекте информация о химическом составе и энергетических спектрах КЛ необходима для оценки радиационной обстановки в космосе и на поверхности планет, лишенных плотной атмосферы. Это имеет практическое значение для освоения космического пространства и планет Солнечной системы.

КЛ также дают возможность для целенаправленного поиска экзотических явлений, которые могут дать экспериментальные доказательства параметров частиц темной материи и поиска фактов существования частиц странной материи. Этот поиск необходимо осуществлять с учетом современных представлений в области элементарных частиц, строения Галактики, и Вселенной в целом, данных по электромагнитному излучению, наблюдаемому во всех доступных диапазонах.

Наиболее актуальной задачей физики космических лучей (КЛ) в настоящее время являются определение химического состава обильных КЛ с максимально возможным продвижением вверх по энергетической шкале. Во время начала работ по обсерватории НУКЛОН был консенсус относительно поведения спектров основных обильных ядер до энергий не выше нескольких ТэВ.

В 2014-2017 гг. был проведен космический эксперимент НУКЛОН. Комплекс научной аппаратуры НУКЛОН – современный высокотехнологический спектрометр, вобравший в себя передовые на момент разработки технологии физического эксперимента. Характерной особенностью аппаратуры является весьма незначительные потребляемые полетные ресурсы, такие как масса, энергопотребление, габариты. Объясняется это тем, что в спектрометре впервые применена новая методика регистрации энергии частиц КЛ. Авторы назвали эту методику KLEM (Kinematic Light – Weight Energy Meter), чтобы подчеркнуть главное ее достоинство – измеритель энергии небольшой массы, который дает выигрыш почти на порядок в параметре апертура/масса в сравнении с традиционными методами.

Несмотря на скромность потребляемых ресурсов, за 2.5 года орбитального эксперимента получен банк данных, включающий около 20 миллионов событий. Это количество превышает суммарную статистику всех прямых экспериментов с аналогичными целями за последние 50 лет, что позволило получить спектры обильных ядер космических лучей до энергий в несколько сот ТэВ. Впервые произошла стыковка наземных и орбитальных измерений энергетического спектра КЛ, благодаря чему наземные эксперименты получили возможность прямой калибровки своих

данных. Статистически доказано отличие спектра от степенной формы при 1-1000 ГЭВ. В энергетическом диапазоне до 5×10^{14} эВ определен химический состав космических лучей с поэлементным разрешением.

Наиболее значимые результаты исследований.

- Обнаружен статистически обеспеченный излом в спектре по магнитным жесткостям в области ~ 10 ТэВ/нуклон всех доступных для исследования обильных (т.е. рожденных главным образом в источниках) компонент КЛ. В области излома происходит изменение спектрального индекса $\sim 0,6-0,7$. Излом спектра дает экспериментальное подтверждение моделей ближних источников КЛ различного типа в указанной энергетической области.
- Впервые доказано с хорошей статистикой, что отношение спектров протонов и гелия падает с ростом жесткости, но в области 10 ТВ выходит на плато. Полученный результат, одной стороны подтверждает разный характер источников КЛ для энергий до 10 ТэВ, с другой стороны показывает доминирование одного источника при энергиях выше 10 ТэВ.
- Получены спектры вторичных ядер (по современным представлениям, рожденных при фрагментации обильных ядер с галактической средой) и построены энергетические зависимости их отношений к первичным. В данных эксперимента «Нуклон» впервые обнаружено статистически обеспеченное отсутствие падения интенсивности вторичных ядер, начиная с энергетической области 1 ТэВ/нуклон. Данный факт дает экспериментальное подтверждение модели фрагментации обильных ядер в источниках и последующим ускорением фрагментов.
- Получено указание на рост интенсивности потока вторичных ядер группы sub-Fe к потоку обильных ядер Fe с ростом энергии. Данное явление не имеет астрофизического объяснения. По современным представлениям соотношение потоков должно быть противоположным.
- Обнаружено значимое различие в спектральных показателях энергетических спектров обильных ядер, даже близких по массовому числу, например, ядер углерода и кислорода. Для объяснения данного феномена необходим астрофизический анализ по ядерному составу возможных источников.
- Впервые выделен спектр никеля в составе КЛ при энергиях выше 2-40 ТэВ/частица. Этот спектр оказался особенно интересным, так как получено указание на существенное различие наклонов спектров железа и никеля.

За последние 10 лет (с 2011-го по 2020-й год) авторы опубликовали целый ряд фундаментальных статей по данному направлению в ведущих отечественных и зарубежных научных журналах, которые и составляют представляемый на конкурс цикл (см. Список работ). Полученные авторами цикла результаты неоднократно докладывались: на Международных конференциях Комитета по космическим исследованиям (Москва-2014, Сидней-2021), на Международных конференциях по космическим лучам (Гаага-2015, Бусан (Корея)-2017), Европейских симпозиумах (Турин-2016, Барнаул-2018), Всероссийских конференциях по космическим лучам (2014, 2018, 2020) и целом ряде международных конференций в России, Италии, Франции, Швейцарии, Таиланде, Германии и др. На работы, вошедшие в данный цикл статей, имеется 122 ссылок в ведущих международных журналах, а самая цитируемая работа имеет 22 ссылки.

Таким образом, этот цикл пионерских работ внес решающий, на сегодняшний день, вклад в прямое исследование космических лучей высоких энергий, и будет служить хорошим научным заделом и весомой научно-методической базой для продолжения исследований в данной области естествознания, в которой МГУ имени М.В. Ломоносова был и остается одним из признанных мировых лидеров.

Индекс цитирования авторов коллектива: Д.М.Подорожного по базе WoS – 373, индекс Хирша – 10; А.Н.Турундаевского по базе WoS – 207, индекс Хирша – 10; Д.Е.Карманова по базе WoS – 13856, индекс Хирша – 57.

Общее число цитирований на работы представляемого цикла – 111/163 (WOS/Scopus), наиболее цитируемая работа цикла имеет 26/36 (WOS/Scopus) ссылок.

Представление принято на заседании Ученого совета НИИЯФ МГУ 24 сентября 2021 года.

Председатель Ученого совета
НИИЯФ МГУ, член-кор. РАН




Э.Э.Боос

Ученый секретарь Ученого совета
НИИЯФ МГУ, к.ф.-м.н.

Е.А. Сигаева

Справка о творческом вкладе авторов цикла работ
"Создание орбитальной обсерватории НУКЛОН, проведение исследований
космических лучей высоких энергий и их химического состава",
выполненного коллективом сотрудников Научно-исследовательского института ядерной
физики имени Д.В. Скобельцына
МГУ имени М.В. Ломоносова
заведующим лабораторией, кандидатом физико-математических наук
ПОДОРОЖНЫМ Дмитрием Михайловичем,
старшим научным сотрудником, кандидатом физико-математических наук
ТУРУНДАЕВСКИМ Андреем Николаевичем,
старшим научным сотрудником, кандидатом физико-математических наук
КАРМАНОВЫМ Дмитрием Евгеньевичем
на соискание премии имени М.В. Ломоносова 2021 г.




Орбитальная обсерватория НУКЛОН была создана большим коллективом сотрудников НИИЯФ МГУ с участием широкой кооперации научных и научно-производственных учреждений России (МГУ имени М.В. Ломоносова – головное предприятие в данном проекте). Этим объясняется то, что большинство работ цикла "Создание орбитальной обсерватории НУКЛОН, проведение исследований космических лучей высоких энергий и их химического состава", представляемого на соискание премии имени М.В. Ломоносова, опубликовано соискателями в соавторстве с другими учеными. Однако вклад соискателей является, безусловно, определяющим. Именно соискатели инициировали работы в данном направлении, ими были поставлены научные задачи и определены и выполнены пути их решения.

Д.М. Подорожный – инициатор проекта НУКЛОН, на всех этапах его развития был его научным руководителем, и главным конструктором комплекса научной аппаратуры; ведущим автором новой методики регистрации энергии космических лучей KLEM (Kinematic Light - Weight Energy Meter), - измеритель энергии небольшой массы. Методика дает выигрыш почти на порядок в параметре апертура/масса в сравнении с традиционными методами, что позволило сильно удешевить эксперимент и выполнить его в качестве дополнительной полезной нагрузки на серийном отечественном космическом аппарате. Д.М. Подорожный готовит к защите докторскую диссертацию «Комплекс научной аппаратуры НУКЛОН для изучения энергетических спектров космических лучей и их химического состава в области энергий 1 – 1000 ТэВ».

А.Н. Турундаевский провел оптимизацию методики KLEM. На всех этапах развития проекта проводил математическое моделирование комплекса научной аппаратуры. На основе математической модели А.Н. Турундаевского был создан и оптимизирован комплекс научной аппаратуры НУКЛОН, проведена обработка физических результатов космического эксперимента. А.Н. Турундаевский готовит к защите докторскую диссертацию «Энергетические спектры и химический состав обильных ядер космических лучей по данным эксперимента НУКЛОН».

Д.Е. Карманов в качестве заместителя главного конструктора комплекса научной аппаратуры НУКЛОН осуществил комплекс наземной отработки научной аппаратуры. Дмитрий Евгеньевич – автор программ и методик наземных испытаний, включая специальные

испытания на выведенном пучке ядер высоких энергий в Европейском центре ядерных исследований (ЦЕРН). Д.Е. Карманов ведущий автор основной детекторной части научной аппаратуры – комплекса кремниевых датчиков ионизирующего излучения.

 Подорожный Д.М.  Турундаевский А.Н.  Карманов Д.Е.

Председатель Ученого совета
НИИЯФ МГУ, Член-кор. РАН


Э.Э.Боос

Ученый секретарь Ученого совета
НИИЯФ МГУ, к.ф.-м.н.


Е.А. Сигаева

ВЫПИСКА
из протокола № 7
заседания Ученого совета Научно-исследовательского института
ядерной физики имени Д.В.Скобельцына
Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова
от 24 сентября 2021 года

Действующий состав совета 50 человек.

ПРИСУТСТВОВАЛИ: Э.Э. Боос – председатель совета, Е.А. Сигаева – ученый секретарь совета и 35 членов совета.

СЛУШАЛИ: О выдвижении цикла работ Д.М. Подорожного, А.Н. Турундаевского и Д.Е. Карманова «Создание орбитальной обсерватории НУКЛОН, проведение исследований космических лучей высоких энергий и их химического состава» на премию имени М.В. Ломоносова 2021 года.

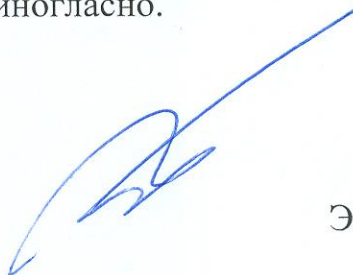
ПОСТАНОВИЛИ: Выдвинуть цикл работ сотрудников лаборатории галактических космических лучей отдела космических наук кандидата физико-математических наук, заведующего лабораторией ПОДОРОЖНОГО Дмитрия Михайловича, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника ТУРУНДАЕВСКОГО Андрея Николаевича, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника КАРМАНОВА Дмитрия Евгеньевича «Создание орбитальной обсерватории НУКЛОН, проведение исследований космических лучей высоких энергий и их химического состава» для соискания премии имени М.В. Ломоносова 2021 года.

Результаты тайного голосования:

участвовало в голосовании 37 человек;

«за» – единогласно.

Председатель совета
член-корр. РАН, профессор



Э.Э. Боос

Ученый секретарь совета
к.ф.-м.н.



Е.А. Сигаева

НИИЯФ МГУ выдвигает на премию имени М.В.Ломоносова цикл статей "*Создание орбитальной обсерватории НУКЛОН, проведение исследований космических лучей высоких энергий и их химического состава*" Документы выложены по ссылке

https://drive.google.com/drive/folders/1j1eY_n2Y8p-Nlf3tGvfQh_BVX-T_VpFe?usp=sharing