

I. Отрасль науки 01.40.00**II. Приоритетное направление 1. Астрофизика космических лучей****III. Код ПН 07, код ТП 03,****IV. Код ПНР _ ПНРЗ****КРАТКИЙ АННОТАЦИОННЫЙ ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ:****1. НАЗВАНИЕ ТЕМЫ*****Исследования химического состава галактических космических лучей на космических аппаратах и аэростатах***

- 1.1. Характер выполняемой работы - фундаментальная
- 1.2. Шифры УДК 543.591; 537.591
- 1.3. Номер госрегистрации 115080510001
- 1.4. Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В.Скобельцына
- 1.5. Отдел космических наук

2. РУКОВОДИТЕЛЬ(И) РАБОТЫ

- 2.1.1. Подорожный Дмитрий Михайлович
- 2.1.2. кандидат физ.-мат.наук
- 2.1.3. 8-495-939-1471

- 2.2.1. Панов Александр Дмитриевич
- 2.2.2. доктор физ.-мат. Наук
- 2.2.3. 8-495-939-5875

3. ИСТОЧНИКИ И ОБЪЕМЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ И ОСВОЕННЫЕ

ИСТОЧНИКИ	ОБЪЕМЫ (тыс. руб.)	
	Получено	Освоено собственными силами
Денежные средства в виде субсидии по разделу 01 10 на выполнение фундаментальных научных исследований в соответствии с госзадаанием МГУ, ч. 2	4073,3	4073,3

4. РЕЗУЛЬТАТЫ**4.1. Краткое текстовое изложение результатов**

Комплекс научной аппаратуры (КНА) НУКЛОН прошел летные испытания в полном объеме с положительным результатом. Все системы КНА функционируют в штатном режиме. С марта 2015 г. начат астрофизический космический эксперимент. За полгода штатной работы аппаратурой НУКЛОН собран банк событий космических лучей (КЛ) с энергией более 1 ТэВ объемом, сопоставимым с общим объемом полученным за предыдущие 50 лет исследований в данной области. Предварительный анализ полученных данных:

- дает указание на неоднородность в энергетическом спектре всех частиц в области десятков ТэВ;
- указание, что энергетические спектры основных компонент КЛ имеют сложную структуру в области более 10 ТэВ/частица;
- наблюдается устойчивое падение интенсивности потока протонов, по отношению к потоку ядер He во всем исследованном энергетическом диапазоне.

Продолжается набор статистического материала и развития методов обработки полученного материала. Срок активного существования космического аппарата и КНА позволяет увеличить статистику, как минимум, на порядок.

В результате стратосферного эксперимента АТЭС измерены спектры энергий обильных ядер космических лучей: протонов, He, C, O, Ne, Mg, Si, Fe, которые представлены в

терминах энергии на частицу в диапазоне энергий от 50 ГэВ до нескольких десятков ТэВ. В данной работе с использованием нескольких моделей распространения космических лучей в Галактике, основанных на системе GALPROP, для измеренных спектров энергии обильных ядер эксперимента АТИС решена задача обратного распространения для получения спектров магнитной жесткости в источниках. Показано, что результаты для отличия спектральных индексов разных ядер в источнике устойчивы по отношению к частному выбору модели распространения. С высокой статистической значимостью показано, что спектр гелия в источнике выше спектра протонов. Показано, что в диапазоне магнитной жесткости от 50 ГВ до 1500 ГВ имеется статистически значимый устойчивый рост крутизны спектров ядер в источнике с ростом заряда от гелия до железа. Это говорит о том, что ядра с различными зарядами ускоряются в различных условиях, то есть нет единого универсального ускорителя космических лучей, который одинаково работал бы для разных ядер.

В результате разработки концепции космического комплекса ОЛВЭ (Обсерватория лучей высоких энергий), предметом исследования которого является внеатмосферное изучение космического излучения высоких энергий, были сформулированы наиболее актуальные задачи в области экспериментального исследования физики космического излучения высоких энергий, рассмотрены основные характеристики действующих и запланированных внеатмосферных экспериментов. Определены основные концепции для осуществления эксперимента ОЛВЭ. Проведено научно-техническое обоснование исходных данных для разработки проекта ТЗ на ОКР по созданию космического комплекса ОЛВЭ. Приведены основные принципы и технологии регистрации космического излучения высоких энергий. Определен проектный облик КНА ОЛВЭ и основные характеристики ОЛВЭ. Сформированы исходные данные для разработки проекта ТЗ на ОКР по созданию космического комплекса ОЛВЭ. Для осуществления эксперимента необходимо реализовать четыре основных требования:

1) высокое значение фактора экспозиции, который должен превышать на полтора порядка таковой у всех проведенных и запланированных экспериментов за последние пятьдесят лет исследования;

2) высокая точность измерений, что означает большую массу экспонируемой научной аппаратуры;

3) используются предельные возможности вывода отечественных КА тяжелого класса;

4) построение комплекса научной аппаратуры ОЛВЭ осуществляется с использованием и дальнейшим развитием новейших технологий экспериментальной физики высоких энергий, которые получили апробацию в ряде наземных и космических экспериментов. Все применяемые методики должны быть доступны отечественному изготовителю.

В рамках разработки концепции космического комплекса НЕЙТРОНИЙ для исследования первичного космического излучения определены цели и основные научные задачи, решаемые с помощью регистрации космических лучей на поверхности Луны. Исследованы особенности регистрации ядерной компоненты космических лучей. Для работы в области высоких энергий предлагается использовать три компоненты обратного тока: гамма-кванты, нейтроны и радиоизлучение на частотах 1–10 ГГц. Ядра низких энергий должны регистрироваться многослойным кремниевым детектором, входящим в состав комплекса научной аппаратуры НЕЙТРОНИЙ. Сформулированы предложения по использованию комплекса научной аппаратуры НЕЙТРОНИЙ в качестве гамма-обсерватории, а также для геологических исследований на Луне (с использованием отраженного от базальтового слоя радиосигнала). В результате работы определена концепция космического комплекса НЕЙТРОНИЙ, заключающаяся в том, что для измерения параметров частиц ПКИ, падающих на лунную поверхность, предлагается использовать сразу три компоненты. При одновременной регистрации трех компонент погрешность определения энергии составит ~50%. Конструкция установки должна включать в себя кремниевые падовые детекторы заряда, сцинтилляционные детекторы обратного тока и плоские антенны для регистрации радиоизлучения. Суммарный геометрический фактор составит не менее 300 м²ср на первом этапе. Для гамма-астрономических исследований часть модулей должна включать в себя заглубляемую в реголит часть в виде стержней из сцинтиллятора длиной ~1 м.

5. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Астрофизика высоких энергий, датчики частиц, космические лучи, физика высоких энергий

Научные руководители

к.ф.-м.н.

Подорожный Д.М.

д.ф.-м.н.

Панов А.Д.