

Исследователь странников Вселенной

(К 70-ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА М.И. ПАНАСЮКА)

Каждый дурак знает, что до звезд
не достать, а умные, не обращая
внимания на дураков, пытаются.

Г.Х. Андерсен

Небо и земля разделены, но они
делают одно дело.

Конфуций

“Нет более умиротворяющей картины, чем ночное звездное небо. Тысячи звезд создают впечатление абсолютного покоя. ...Реальная же картина, как ученые ее сейчас себе представляют, мало похожа на ту, что нарисована... Вселенная бурлит...” (М.И. Панасюк, “Странники Вселенной, или эхо Большого взрыва”, 2005).

Вероятно, именно романтика Космоса привлекла М.И. Панасюка на физический факультет МГУ, на который он поступил в 1963 г., а затем и на кафедру космических лучей этого факультета, что и определило всю его дальнейшую научную карьеру. Первые научные задачи, которые решались сначала студентом, а затем аспирантом, пришлось на замечательную эпоху – начало Космической Эры.

До полета первых ИСЗ сведения об окружающем Землю пространстве были столь неопределенными и мало изученными, что вопрос о возможности существования вблизи Земли геомагнитно-захваченной радиации не принимался во внимание. Благодаря инициативе директора НИИ ядерной физики МГУ академика С.Н. Вернова, на космических аппаратах, начиная

со второго ИСЗ, стала устанавливаться научная аппаратура, разработанная и созданная коллективом НИИЯФ МГУ, уже в ходе первых космических экспериментов группа ученых открыла внешний радиационный пояс Земли. На Ассамблее Международного геофизического года в 1958 г. С.Н. Вернов и А.И. Лебединский предлагают первый физический механизм образования радиационных поясов за счет распада нейтронов альбеда, рожденных в верхних слоях атмосферы в результате ядерных реакций от первичных космических излучений. Именно С.Н. Вернов принимал студента М.И. Панасюка на кафедру космических лучей, затем стал его научным руководителем в аспирантуре. Так случилось, что М.И. Панасюк стал последним аспирантом выдающегося советского ученого – С.Н. Вернова. М.И. Панасюк внес существенный вклад в физику космоса. Наиболее значимые научные результаты, полученные профессором М.И. Панасюком в течение его научной карьеры, относятся к области астрофизики космических лучей и физики космоса. Начиная с 1968 г., еще будучи студентом, он принимал самое непосред-

ственное участие в проектировании и создании приборов, а затем и в анализе результатов экспериментов, направленных на изучение радиации в околоземном космическом пространстве. Основным направлением его исследований в начале его карьеры в 70-х гг. было изучение малоисследованного ионного состава радиационных поясов. В дальнейшем, в 80-х гг. им инициированы эксперименты по исследованию ионного кольцевого тока – плазменного образования, ответственного за генерацию геомагнитных бурь.

В 1970–1980 гг. на основе идей М.И. Панасюка была выполнена серия космических экспериментов на советских спутниках “Молния-1”, “Молния-2”, “Горизонт” и “Космос”, направленных на изучение ионного состава энергичных частиц радиационных поясов и кольцевого тока Земли. Эти эксперименты осуществлялись с помощью аппаратуры для измерения энергетического, массового и зарядового состава космических заряженных частиц с области энергий от десятков кэВ до десятков МэВ. Аппаратура была разработана под руководством и при непосредственном участии М.И. Панасюка в НИИ ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

К наиболее значимым научным результатам Михаила Игоревича относятся следующие:

- впервые, экспериментально и модельно, была определена относительная эффективность действия в околоземном космическом пространстве двух различных механизмов радиальной диффузии частиц в геомагнитной ловушке – электростатической и магнитной, ответственных за формирование потоков частиц в радиационных поясах Земли, и их роль в формировании ионных радиационных поясов и кольцевого тока, ответственного за геомагнитные бури;

- экспериментально исследован вклад солнечного и ионосферного источников частиц в формирование радиационных поясов и кольцевого тока,



Профессор М.И. Панасюк в студенческом практикуме.

и на этой основе создана количественная модель ионных радиационных поясов Земли;

- выявлена роль ионосферного кислорода как основного компонента кольцевого тока, играющего, наряду с протонами солнечного ветра, главную роль в энергетике геомагнитных бурь;

- доказана возможность резонансного ускорения ионов в радиационных поясах (РП) Земли под действием квазипериодических флуктуаций магнитного поля, а также поперечной диффузии частиц РП под действием флуктуаций электростатического и магнитного полей;

- обнаружена асимметричная инжекция частиц кольцевого тока во время главных фаз магнитных бурь, исследованная с наилучшим в мировом эксперименте временным разрешением;

- показано, что, вопреки сложившимся представлениям, в радиационном поясе и кольцевом токе при определенных условиях потоки тяжелых ионов могут преобладать над потоками протонов.

Наряду с этим, под его руководством были осуществлены многочисленные эксперименты на спутниках “Гори-



М.И. Панасюк на отдыхе.

зонт”, “Метеор” и “Электро”, орбитальных станциях “Мир” и МКС по изучению радиационных поясов Земли и мониторинга радиационной обстановки.

В МГУ по инициативе М.И. Панасюка



М.И. Панасюк у модели спутника “Ломоносов”.

и при поддержке ректора В.А. Садовниченко разработана программа создания малых университетских спутников, позволившая привлекать студентов, аспирантов и молодых сотрудников к космическому эксперименту с первых этапов планирования и до осмысления полученных экспериментальных результатов. Реализация программы начата успешными запусками двух научно-образовательных микроспутников МГУ “Университетский-Татьяна” (2005 г.) и “Университетский-Татьяна-2” (2009). В экспериментах на спутниках “Университетский-Татьяна”, направленных на изучение процессов, происходящих в верхней атмосфере Земли, были получены уникальные результаты по наблюдению новых классов транзиентных световых явлений – следствие высотных электрических разрядов, интерпретация которых не укладывается в рамки существующих модельных представлений. В 2011 г. Институтом космических исследований РАН был успешно проведен эксперимент на микроспутнике “Чибис-М”, в котором активное участие принимали сотрудники НИИЯФ МГУ. В 2014 г. под руководством М.И. Панасюка был начат еще один эксперимент на спутнике “Вернов”, направленный на изучение процессов взаимодействия энергичных частиц с верхней атмосферой Земли. В настоящее время закончена работа по подготовке нового масштабного космического проекта Московского университета – создание спутника “Ломоносов”, запуск которого планируется с нового космодрома “Восточный”. Целью экспериментов на космическом аппарате “Ломоносов” является проведение фундаментальных исследований в области экстремальных явлений во Вселенной. На борту этого спутника установлены приборы для исследований космических лучей предельно высоких энергий, мультиволновых измерений, гамма-всплесков, а также радиации в околоземном космическом пространстве (<http://lomonosov.sinp.msu.ru/>).

Область научных интересов М.И. Па-



Директор НИИЯФ МГУ М.И. Панасюк и генеральный директор – генеральный конструктор ВНИИЭМ Л.А. Макриденко около модели ИСЗ “Ломоносов”.

насюка необычайно широка: от исследования динамики кольцевого тока в магнитосфере Земли до астрофизики космических лучей – частиц, которые рождаются во Вселенной и приобретают гигантские энергии посредством космических ускорителей.

Международная известность помогает Михаилу Игоревичу инициировать и руководить крупными международными проектами. В 90-х гг. М.И. Панасюк и его коллеги развивали россий-

ско-американский проект по изучению аномального компонента космических лучей (“Anomalous Cosmic Ray Team”). Этот проект, основанный на коррелированных измерениях аномальных космических лучей на российских и американских спутниках, дал новые важные результаты – доказательства их происхождения из межзвездного вещества, проникающего в гелиосферу и ускоряющегося в этой области, тем самым подтвердив основную гипотезу их про-

исхождения. Наряду с этим впервые было обнаружено явление устойчивого захвата аномальных космических лучей в геомагнитной ловушке – радиационный пояс аномальных космических лучей.

В 2000-х гг. благодаря инициативе Михаила Игоревича российские ученые принимали участие в международном аэростатном проекте Advanced Thin Ionization Calorimeter (ATIC). В рамках этого проекта были получены уникальные, пионерские результаты по химическому составу галактических космических лучей в области энергий, играющей принципиальную роль для идентификации механизма их ускорения.

В настоящее время М.И. Панасюк продолжает свою активную деятельность в области астрофизики космических лучей (Astroparticle Physics). Среди его текущих экспериментов – эксперименты на спутнике “Вернов” (запущен в 2014 г.) по исследованию Gamma Ray Bursts, эксперимент “Нуклон” по исследованию химического состава галактических космических лучей (запущен в 2014 г.), а также планируемые к запуску в ближайшее время эксперименты по исследованию космических лучей предельно высоких энергий (10^{19} – 10^{20} эВ) в районе обрезания Грейзена – Зацепина – Кузьмина на спутнике “Ломоносов” и “K-EUSO” на борту Международной космической станции.

Наряду с космическими экспериментами профессор М.И. Панасюк вместе с коллегами инициировал и успешно развивает наземные установки по изучению галактических космических лучей. Природа источников галактических космических лучей сверхвысоких энергий, несмотря на существенный прогресс в теории их ускорения и распространения, до конца не ясна.

Уже несколько лет работает Астрофизический центр Московского и Иркутского университетов в Тункинской долине (Республика Бурятия), в 50 км от озера Байкал, по исследованию ядерного состава космических лучей. Данные Центра, которые уже опубликованы, относятся к интервалу энергий

10^{16} – 10^{18} эВ и имеют важное значение для понимания проблемы максимальной мощности ускорительного механизма космических лучей, действующего в нашей Галактике. Именно в этом диапазоне энергий ожидается переход от галактического источника к внегалактическому. Первая установка этого центра – установка Тунка-133, регистрирующая космические лучи по черенковскому свету, излучаемому в атмосфере заряженными частицами широких атмосферных ливней (ШАЛ), – в настоящее время крупнейшая установка такого типа в мире. В создании установки и проведении исследований, кроме российских институтов (НИИЯФ МГУ, НИИПФ ИГУ, ИЯИ РАН, ИЗМИРАН), принимали и принимают участие исследователи из Германии и Италии. Тунка-133 позволила единым методом исследовать космические лучи в интервале энергий 10^{15} – 10^{18} эВ. Одним из главных результатов, полученных по данным установки Тунка-133, является доказательство более сложной зависимости интенсивности космических лучей от энергии, чем предполагалось ранее: в спектре наблюдаются две статистически обеспеченные особенности при энергиях $2 \cdot 10^{16}$ и $3 \cdot 10^{17}$ эВ. Изменение спектра при энергии $3 \cdot 10^{17}$ эВ можно интерпретировать, как “второе колено” в энергетическом спектре, связанное с переходом от галактических к внегалактическим космическим лучам. По-видимому, это и есть предел ускорения галактических космических лучей. В 2011 г. в рамках соглашения между НИИЯФ МГУ и Институтом экспериментальной физики Гамбургского университета начаты работы по созданию в Тункинской долине широкоугольного черенковского гамма-телескопа Тунка-HiSCORE, с созданием которого в России возобновятся исследования по гамма-астрономии высоких энергий на мировом уровне.

В прикладном плане исследования радиации и космических лучей сыграли большую роль в решении проблемы обеспечения радиационной безопасности космических полетов. М.И. Па-



М.И. Панасюк с коллегами на Байконуре.

насюк и его коллеги разработали инженерные модели галактических и солнечных космических лучей, околоземной радиации, которые широко используются при разработке новых космических миссий и планировании текущих. Эта часть работы по инициативе профессора М.И. Панасюка получила широкое развитие на международном уровне – в рамках Международной организации по стандартизации с 90-х гг. работает Рабочая группа “Космическая окружающая среда – естественная и искусственная”, в рамках

которой разрабатываются международные стандарты – модели космических факторов, оказывающих влияние на безопасность космических полетов. Эта работа проводится представителями всех ведущих космических агентств под руководством М.И. Панасюка. Весьма актуальным в настоящее время является решение проблемы об относительном вкладе в дозу радиации, во время космических полетов, солнечных и галактических космических лучей (СКЛ и ГКЛ). От решения этой проблемы зависит выбор времени и продолжительность запуска межпланетной миссии. Профессор М.И. Панасюк с коллегами прилагает немало

усилий по унификации моделей, развиваемых в разных странах под эгидой космических агентств, необходимых для осуществления планирования долговременных пилотируемых космических миссий на Луну и Марс.

Говоря об организационных способностях М.И. Панасюка, необходимо упомянуть руководство секцией “Космические лучи” в Научном совете РАН. Как теперь ясно, создание Секции Совета РАН по космосу по инициативе Михаила Игоревича было очень важным и дальновидным. Он принимает самое активное участие в подготовке и проведении Всероссийских конференций и Европейских симпозиумов по космическим лучам. В качестве председателя Оргкомитета Европейских симпозиумов М.И. Панасюк сменил инициатора и многолетнего председателя А. Вольфендейла.

В 2014 г. в МГУ на высоком научном и организационном уровне была проведена 40-я научная ассамблея Международного комитета по исследованию космического пространства (Ассамблея КОСПАР). Более 2000 ученых из многих стран мира принимали участие в ассамблее. Международным научным сообществом вклад М.И. Панасюка как председателя программного и организационного комитетов был высоко оценен – он был избран в члены бюро КОСПАР.

С 1992 г. М.И. Панасюк заведует Отделением ядерной физики физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, а с 2005 г. также является заведующим кафедрой физики космо-

са. М.И. Панасюк – профессор физического факультета МГУ, в течение многих лет читает курсы в рамках учебного плана кафедры физики космоса, руководит аспирантами.

М.И. Панасюк уже более 20 лет руководит крупнейшим научным институтом МГУ – НИИ ядерной физики им. Д.В. Скобельцына. За эти годы в институте не только сохранились и успешно развивались такие основные научные направления, существовавшие в течение 70-летней истории этого института, как космическая физика, астрофизика космических лучей, ядерная физика и физика высоких энергий, но появились и новые, актуальные – взаимодействие излучений с веществом, информационные технологии и нанотехнологии. Это позволяет рассматривать Институт как эффективную организацию не только в научных исследованиях, но и в подготовке высококвалифицированных кадров.

В одной небольшой статье невозможно осветить все аспекты обширной творческой научной и организационной деятельности М.И. Панасюка как физика-экспериментатора, воспитателя нового поколения исследователей космического пространства, директора большого института и заведующего отделением физического факультета МГУ. У Михаила Игоревича много планов, задумок и надежд, воплощения которых ему желают коллеги.

Редакция присоединяется к поздравлениям и пожеланиям коллег Михаила Игоревича Панасюка.