

## **ЧЛЕНУ-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН Г.И. ДИМОВУ – 80 ЛЕТ**

*27 декабря 2007 года исполняется 80 лет выдающемуся физико-экспериментатору, члену-корреспонденту РАН, профессору, главному научному сотруднику Института ядерной физики СО РАН им.Г.И. Будкера Геннадию Ивановичу Димову.*



Родился Геннадий Иванович в селе Кудара Бурятской АССР. После окончания в 1951 г. Томского политехнического института он остался в ТПИ и начал свою научную деятельность с участия в разработке безжелезных кольцевых ускорителей. Вскоре при ТПИ под эти работы был организован НИИ/ ядерной физики, существующий и поныне.

Целеустремленность и глубокие знания позволили молодому ученому сразу проявить себя и стать фактическим лидером этих работ. Первый большой успех пришел к Г.И. Димову уже в конце пятидесятых годов, когда под его руководством был разработан и сооружен «Сириус» — один из крупнейших в то время электронных синхротронов на энергию 1,5 ГэВ, успешно работающий и сейчас. Тогда же Геннадий Иванович впервые встретился с академиком Г.И. Будкером, яркие идеи которого произвели на него большое впечатление и определили на долгие годы его научные интересы.

В 1960 году воодушевленный идеями Г.И. Будкера Геннадий Иванович переходит в только что организованный в Новосибирске Институт ядерной физики (в 1958—1961 годах основная часть института размещалась в Москве). С учетом его практического опыта именно ему сразу была поручена

ответственной работой по организации перевозки из Москвы первой установки со встречными пучками — ВЭП-1 и ее монтажу в Новосибирске. Позднее Геннадий Иванович приступил к реализации метода перезарядной инжекции протонов в ускорители и накопители, одним из авторов идеи которого он являлся. Сегодня этот уникальный метод используется на большинстве современных протонных ускорителей во всем мире. Суть его состоит в воздействии на движение потоков ускоренных частиц путем целенаправленного изменения их зарядовых состояний с помощью различных мишеней. Эти мишени, разумеется, должны быть достаточно «тонкими», чтобы пучок пролетал через них насквозь. В случае инжекции пучка в циклический ускоритель проблема заключается в том, что просто так протон в магнитное поле извне ввести нельзя. Поэтому вначале он вводится в магнитное поле установки в виде отрицательных ионов. Затем на мишени, стоящей прямо на магнитной дорожке, частицы пучка преобразуются в протоны и далее захватываются в режим накопления или ускорения.

Область применения метода перезарядной инжекции очень широка. Помимо кольцевых протонных ускорителей он применяется также для умножения энергии частиц в электростатических ускорителях, вывода частиц из циклических ускорителей, разводки пучков высоких энергий, накопления, поддержания, нагрева и диагностики высокотемпературной плазмы. Метод приносит в эти области науки и техники принципиально новые возможности, связанные с тем, что перезарядка частиц снимает ограничения на их движение, устанавливаемые классическими теоремами Пуанкаре и Лиувилля.

Препятствием для полной реализации богатейших возможностей метода перезарядной инжекции в циклических протонных ускорителях и термоядерных установках была малая интенсивность пучков отрицательных ионов водорода, существовавших в то время ионных источников. Пучки положительных ионов легко получают непосредственно путем вытягивания их из плазмы газового разряда и последующим ускорением. В случае отрицательных ионов этот способ не дает нужного результата, так как в обычных условиях плотность отрицательных ионов в плазме ничтожно мала. Поэтому основным методом получения пучков отрицательных ионов в те годы была двойная перезарядка положительных ионов относительно небольшой энергии в отрицательные ионы на различных мишенях. К началу 60-х годов интенсивность пучков отрицательных ионов водорода, полученных этим методом, не превышала 200 мкА. Этого было совершенно недостаточно, требовались пучки с токами в сотни и тысячи раз большими. Эта, казавшаяся невыполнимой задача, была успешно решена в руководимой Г.И. Димовым лаборатории. Новые источники отрицательных ионов, основанные на поверхностно-плазменном механизме их генерации непосредственно в разряде, позволили получить пучки рекордной интенсивности и обеспечили успешное применение метода перезарядной инжекции в ускорительных центрах всего мира. Удалось продемонстрировать, что отрицательные ионы при определенных условиях с большой эффективностью могут

образовываться на поверхности электродов газового разряда из отраженных быстрых атомов и ионов. Для этого необходимо, чтобы работа выхода материала электродов была сравнима с энергией электронного сродства атомов водорода. Это достигается добавлением в разряд паров щелочных металлов, например, цезия, который образует пленку на поверхности электродов. За счет обмена электронами между электродом и удаляющимися частицами часть удаляющихся атомов захватывает электроны на уровне электронного сродства и уходит за поверхностный барьер в виде свободных отрицательных ионов. Однако в условиях газового разряда не удастся понизить работу выхода ниже 1,5 эВ, что все еще значительно выше энергии сродства. Неожиданно большой (близкий к 100 %) выход ионов H<sup>+</sup> с поверхности в этих условиях объясняется дальнедействующим взаимодействием электрона в отрицательном ионе со своим изображением в металлической поверхности и высокой скоростью большинства отраженных и распыленных водородных частиц.

Применение метода перезарядной инжекции позволило радикальным образом раздвинуть рамки устоявшихся представлений о том, что возможно и что невозможно в физике и технике ускорителей. Например, хорошо известно, что интенсивность пучка в циклических ускорителях ограничена сдвигом частоты, вызванным его пространственным зарядом. Однако эксперименты в ИЯФ на накопителе с перезарядной инжекцией позволили получить компенсированный электронами протонный пучок высокой интенсивности с плотностью, более чем на два порядка превышающей предел по пространственному заряду.

В этих работах со всей силой проявилась удивительная изобретательность Геннадия Ивановича, его новаторский подход к решению множества сложнейших задач, встающих на пути любого физика-экспериментатора, работающего на переднем крае науки. В качестве примера можно привести изобретенный им быстродействующий импульсный газовый клапан, который был применен для напуска газа в ионные источники и для создания внутренних мишеней в накопителях. Последующие модификации этого уникального устройства позволили довести срок службы до миллиарда и более циклов (!) срабатывания без ремонта и замены элементов.

Несомненно, решение масштабных научных задач требует привлечения больших коллективов исследователей. Вместе с тем, только участие в решении таких задач позволяет в полной мере проявить себя молодым, талантливым исследователям, способствует их быстрому росту и, в конечном счете, формированию успешного научного коллектива. Хорошо понимая это, Геннадий Иванович большое внимание уделял подготовке молодого поколения физиков в Новосибирском государственном университете, будучи в 1972—1977 гг. заведующим кафедрой общей физики. Большое значение имела предпринятая им модернизация измерительного практикума и практикума по электромагнетизму.

Примерно с середины 1970-х годов Г.И. Димов подключается к решению проблемы управляемого термоядерного синтеза. В Институте ядерной физики это направление представлено плазменными ловушками с магнитными пробками, которые были предложены основателем ИЯФа академиком Г.И. Будкером и независимо от него профессором Р. Постом (США) еще на заре термоядерных исследований. Эти ловушки просты технически, позволяют, в принципе, удерживать плазму большого давления и имеют ряд других достоинств. Однако довольно быстро физикам стало понятно, что магнитные пробки недостаточно хорошо удерживают плазму, и она быстро теряется из ловушки. Требовались новые идеи, как при сохранении основных достоинств ловушки удерживать в ней плазму достаточно длительное время. Одна из таких идей, которая привела к кардинальному пересмотру перспектив ловушки с магнитными пробками как термоядерного реактора, была впервые в мире высказана Г.И. Димовым в середине 70-х годов. Он предложил схему амбиполярной плазменной ловушки, реализация которой позволила бы создать термоядерный реактор с уникальными характеристиками. В этой схеме потери через пробки уменьшались до приемлемого уровня за счет создания в плазме амбиполярного электрического поля, которое естественным путем возникает в ней при увеличении плотности на концах ловушки. Для создания нужного профиля плотности плазмы использовалась инжекция в ловушку поперек магнитного поля пучков быстрых атомов водорода. Ионизация пучков в плазме должна была приводить к захвату образовавшихся протонов (или дейтронов) магнитным полем, к увеличению в этом месте плотности плазмы и возникновению требуемого амбиполярного электрического поля.

Геннадий Иванович представил первое сообщение об амбиполярной ловушке на конференции по физике плазмы в немецком городе Берстенгадене в 1976 году. Оно буквально всколыхнуло все научное сообщество. По этому поводу академик Д.Д. Рютов позднее написал следующее: «Появление концепции амбиполярной ловушки было одним из самых сенсационных событий в истории исследований по управляемому термоядерному синтезу: на основе очень простых (в принципе) и давно известных (по отдельности) средств было предложено такое усовершенствование схемы простого пробкотрона, которое совсем по-новому поставило вопрос о реакторных перспективах открытых ловушек».

Эта великолепная физическая идея прошла затем успешную проверку в ряде ведущих мировых лабораторий, таких как Ливерморская национальная лаборатория в США и исследовательский центр в Цукубе, Япония. В ИЯФе под руководством Геннадия Ивановича была сооружена экспериментальная модель амбиполярной ловушки, на которой также были получены важные физические результаты. Позднее им была предложена исключительно привлекательная осесимметричная версия термоядерного амбиполярного реактора.

Сегодня Геннадий Иванович Димов — один из ведущих российских физиков-экспериментаторов, член-корреспондент Российской академии наук, доктор физико-математических наук, профессор. Плоды его многолетней работы представлены во множестве статей в мировых научных журналах по физике и технике ускорителей, ионных источников, физике высокотемпературной плазмы и управляемого термоядерного синтеза. За заслуги в развитии отечественной науки и воспитании научных кадров он награжден орденами Знак Почета и Трудового Красного Знамени. Геннадий Иванович продолжает вести интенсивную и плодотворную исследовательскую работу. Его живой интерес к науке, громадный опыт, интуиция и целеустремленность в решении сложнейших научных задач служат примером и привлекают к нему молодых исследователей.

Друзья, коллеги и многочисленные ученики члена-корреспондента РАН Г.И. Димова искренне поздравляют его со славным юбилеем. желают дальнейших творческих успехов и крепкого здоровья.

Поздравления Г.И. Димову прислали многие зарубежные коллеги и среди них — ныне здравствующий соавтор идеи первой ловушки с магнитными пробками профессор Ричард Пост (Ливерморская национальная лаборатория США).

**Источник:**

Члену-корреспонденту РАН Г. И. Димову – 80 лет // [Наука в Сибири](#). - 2007. - N 50. - С. 2.