

## Памяти Леонида Ивановича Пономарёва

PACS number: 01.60. + q

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2020.03.038739>

12 февраля 2020 года должно было исполниться 83 года Леониду Ивановичу Пономарёву, выдающемуся российскому физику-теоретику, академику Российской академии наук (РАН), скоропостижно скончавшемуся 3 января 2019 года.

Леонид Иванович родился в 1937 г. в городе Дружковке Донецкой области, где прошли его детство и юность. После окончания в 1954 г. средней школы он поступил в Московский химико-технологический институт им. Д.И. Менделеева, а в 1958 г. перевёлся на физический факультет Московского государственного университета (МГУ) им. М.В. Ломоносова. По окончании университета в 1963 г. Леонид Иванович был принят на работу в Лабораторию теоретической физики Объединённого института ядерных исследований (ЛТФ ОИЯИ), г. Дубна, где его руководителем, соратником и другом на всю жизнь стал Семён Соломонович Герштейн. В 1965 г. под его руководством Леонид Иванович защитил диссертацию "Мезоатомные процессы в химических соединениях" на соискание учёной степени кандидата, а в 1971 г. — диссертацию "Мезоатомные и мезомолекулярные процессы в веществе" на соискание учёной степени доктора физико-математических наук.

Леонидом Ивановичем получены яркие научные результаты. Он внёс огромный вклад в решение фундаментальных проблем современной физики. Им предложена "модель больших мезомолекул", положившая начало новому направлению исследований — "мезонной химии" (см. обзор С.С. Герштейн, В.И. Петрухин, Л.И. Пономарёв, Ю.Д. Прокошкин *УФН* 97 (1) 3 (1969)).

Выдающиеся личностные качества Леонида Ивановича проявились в организации исследований по изучению явления мюонного катализа и на его основе ядерного бридинга. Созданная им в ОИЯИ неформальная группа молодых учёных из ЛТФ, Лаборатории ядерных проблем (ЛЯП) и Лаборатория вычислительной техники и автоматизации (ЛВТА) разработала эффективные методы решения квантово-механической задачи трёх тел с кулоновским взаимодействием, и на их основе за короткое время, в рамках ограниченных мощностей электронно-вычислительных машин ЛВТА, не только подтвердила с высокой точностью предыдущие оценки вероятностей процессов мюонного катализа, но и рассчитала с достаточной надёжностью неизвестные ранее скорости других основных реакций.

Леонид Иванович способствовал проведению на пучке мюонов ускорителя ЛЯП уникального, первого в мировой практике, эксперимента по мюонному катализу с дейтерий-третиевой мишенью. В результате его активных действий в 1979 г. физикам ЛЯП удалось экспериментально подтвердить предсказанную группой Л.И. Пономарёва вместе с С.С. Герштейном высокую эффективность мюонного катализа в смеси дейтерия и трития.



Пономарёв Леонид Иванович  
(12.02.1937 – 03.01.2019)

Мюонный катализ — один из вариантов осуществления холодного синтеза ядер дейтерия и трития. Его идея восходит к работам Ч. Франка, А.Д. Сахарова и Я.Б. Зельдовича (см. обзор Я.Б. Зельдовича и С.С. Герштейна в *УФН* 71 (4) 581 (1960)). Мюон живет приблизительно всего лишь две микросекунды, но за это время в дейтерий-третиевой смеси успевает катализировать больше сотни реакций синтеза ядер дейтерия и трития с выходом нейтронов и выделением энергии порядка 2 ГэВ, что в 20 раз больше энергии покоя самого мюона. Выделившейся энергии недостаточно, чтобы компенсировать энергетические затраты на рождение на ускорителе отрицательного мюона (5–10 ГэВ для пучка дейтронов). Однако нейтроны с энергией  $\sim 14$  МэВ, выделяющиеся при мюонном катализе dt-реакций, можно использовать не для выработки тепла, а для эффективного воспроизводства ядерного топлива в реакциях ядерного бридинга (см. С.С. Герштейн, Ю.В. Петров, Л.И. Пономарёв *УФН* 160 (8) 3 (1990)). Также на основе мюонного катализа может быть создан интенсивный источник 14 МэВ-ных нейтронов для применения в различных

областях науки и техники (материаловедение, радиационная стойкость и др.).

Открытие нового способа получения ядерной энергии и нейтронов инициировало интенсивное экспериментальное и теоретическое изучение мюонного катализа во многих ведущих российских и зарубежных научно-исследовательских центрах: в Петербургском институте ядерной физики (ПИЯФ) им. Б.П. Константинова, в Институте Пауля Шерера (Paul Scherrer Institute — PSI, Швейцария), в Лос-Аламосе (США), на установке TRIUMF (в Канаде) и на установке КЕК (в Японии) и др.

Работы Леонида Ивановича по мюонному катализу принесли ему мировую известность. Благодаря своей исключительной трудоспособности, неиссякаемой энергии и глубокой эрудиции он стал признанным лидером этого научного направления. Большой талант и неординарность личности Леонида Ивановича содействовали основанию Автономной некоммерческой организации "Координационно-исследовательский центр по проблеме мюонного катализа и экзотических квантовых систем" (МЮКАТЭКС) и его успешному руководству широко-масштабной программой исследований по мюонному катализу в условиях сложной экономической ситуации в России в 1990-х годах. В ходе выполнения этой программы координировалась работа различных научно-исследовательских центров нашей страны (ОИЯИ, Всесоюзного (ныне Всероссийского) научно-исследовательского института экспериментальной физики — ВНИИЭФ, ПИЯФ, Института атомной энергии (ИАЭ) им. И.В. Курчатова и др.) в сотрудничестве с учёными из Польши, Швейцарии, Голландии, Италии, Великобритании, США и Японии.

Леонид Иванович являлся инициатором и ярким докладчиком на международных конференциях по мюонному катализу, одним из основателей и редакторов международного журнала "Muon Catalyzed Fusion", освещающего эти исследования.

В 1983 г. Леонид Иванович перешёл на работу в ИАЭ им. И.В. Курчатова (ныне НИЦ "Курчатовский институт"), где в течение 20 лет возглавлял Отдел теоретических исследований, а с 2013 г. работал главным экспертом в Высокотехнологическом научно-исследовательском институте неорганических материалов (ВНИИМ) им. А.А. Бочвара. Однако до конца своих дней он не порывал связей с ОИЯИ. Леонид Иванович постоянно интересовался и поддерживал экспериментальные работы по мюонной физике в ЛЯП ОИЯИ, участвовал в обсуждении и формировании программ научных исследований, в работе диссертационных советов и семинаров ОИЯИ.

По инициативе и при всесторонней поддержке Леонида Ивановича в ЛЯП ОИЯИ были проведены широко-масштабные исследования мюонного катализа с применением экспериментального комплекса "ТРИТОН": измерены основные характеристики процессов мюонного катализа в широком диапазоне температур для плотных дейтерий-тритиевых смесей (В.Р. Бом и др. *ЖЭТФ* 127 (4) 752 (2005)), в чистом тритии (Л.Н. Богданова и др. *ЖЭТФ* 135 (2) 242 (2009)) и в смеси водорода и трития, где впервые наблюдались три новых канала ядерного синтеза (A. Adamczak et al. "Experimental Search of Nuclear Fusion Reactions in a pтp System" Proc. NTHER-18, 24–30 Sept. 2018, Budva, Montenegro).

В последние годы Леонид Иванович занимался исследованиями по тематике, связанной с разработкой жидко-

солевых реакторов на быстрых нейтронах. Его работы, относящиеся к этому периоду, характеризуются исключительной научной значимостью для решения проблем ядерной энергетики и её будущего развития. Гомогенный ядерный реактор впервые был рассмотрен в работах Я.Б. Зельдовича и Ю.Б. Харитона ещё в 1939–1940 гг. (см. статью Я.Б. Зельдовича и Ю.Б. Харитона в *УФН* 23 (4) 329 (1940)). С тех пор эта идея претерпевала взлёты и падения и сегодня вновь возродилась, но уже вобрав в себя знания и опыт прошедших лет. В своём обзоре в специальном номере *УФН*, посвящённом 100-летию Я.Б. Зельдовича, Леонид Иванович представил одну из современных версий развития идеи гомогенного реактора — жидкосолевого реактора с уран-плутониевым топливным циклом (см. Л.И. Пономарёв *УФН* 184 (3) 227 (2014)).

Леонид Иванович Пономарёв — автор более 180 научных работ, трёх монографий, многих открытий и изобретений. Признанием научных заслуг Леонида Ивановича явилось присуждение ему премии им. И.В. Курчатова РАН (в 1986 г.), премий ОИЯИ и премии им. В.П. Дзепепова, избрание (в 1994 г.) членом-корреспондентом РАН и действительным членом РАН (в 2016 г.). Он принимал активное участие в работе РАН, являясь членом комиссий по присуждению золотых медалей РАН, по премиям молодым учёным, по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований, а также был членом редколлегий журнала "В защиту науки". Леонид Иванович состоял членом Учёных советов ЛЯП им. В.П. Дзепепова ОИЯИ, ИАЭ им. И.В. Курчатова, ВНИИМ им. А.А. Бочвара.

В течение многих лет Леонид Иванович вёл преподавательскую деятельность в МФТИ и НИЯУ МИФИ. Он вырастил яркую плеяду учеников — докторов и кандидатов физико-математических наук, работающих в ведущих российских и зарубежных научно-исследовательских центрах.

Леонид Иванович запомнится последующим поколениям физиков не только научными работами и профессионально прочитанными лекциями по квантовой механике и ядерной физике, мезонной химии, мюонному катализу и ядерному бридингу, жидкосолевыми реакторами и реакторам на быстрых нейтронах, но и изданиями своих великолепных научно-популярных книг *Под знаком кванта* (1989) [в первом издании — *По ту сторону кванта* (1971)]. Эти яркие книги по основам квантовой механики и ядерной физики написаны прекрасным выразительным литературным языком, к ним вполне подходит эпитет "высокохудожественные". Книги выдержали много изданий, переведены на 16 языков, в ряде стран используются как учебники по основам квантовой механики и ядерной физики. В 2009 г. за книгу *Под знаком кванта* Леонид Иванович получил премию "Просветитель", учреждённую фондом "Династия".

Яркий и многогранный характер Леонида Ивановича, выдающийся талант физика-теоретика, глубочайшая эрудиция, высокие организаторские и человеческие качества снискали ему искреннее уважение его учеников, соратников и коллег. В наших сердцах сохранится светлая память о Леониде Ивановиче, замечательном человеке и учёном.

*Л.Н. Богданова, С.И. Виницкий, С.С. Герштейн, Д.Л. Дёмин, Д.И. Казаков, В.И. Коробов, В.А. Матвеев, В.С. Мележик, Ю.Ц. Оганесян, В.А. Рубаков, А.А. Юхимчук, М.П. Файфман*