

## ПРОФЕССОРУ ЛЕОНИДУ ИВАНОВИЧУ РУДАКОВУ – 90!

DOI: 10.31857/S0367292123700257, EDN: VYHWKD



3 мая 2023 года исполнилось 90 лет известному физику, профессору Леониду Ивановичу Рудакову.

Л.И. Рудаков родился в подмосковном поселке Вешняки. Его отец был железнодорожным инженером, а мать учителем биологии. После окончания в 1950 г. средней школы Л.И. Рудаков поступил в Московский механический институт, позже переименованный в Московский инженерно-физический институт (МИФИ). Окончил институт в 1956 г. и был принят на работу в Лабораторию измерительных приборов АН СССР, позже Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова (ИАЭ), ныне РНЦ “Курчатowski институт”. С ИАЭ были связаны следующие 40 с лишним лет его научной деятельности.

Леонид Иванович начал работать в недавно созданной теоретической лаборатории акад. М.А. Леонтовича, задачей которой было создание основ физики высокотемпературной плазмы, нового и тогда практически не изученного состояния вещества. В лаборатории уже работали Б.Б. Кадомцев, В.Д. Шафранов, С.И. Брагинский и другие зрелые физики. Незадолго до Л.И. Рудакова в лабораторию поступили Р.З. Сагдеев и А.А. Веденов, и многие ранние работы Л.И. Рудакова выполнены в соавторстве с ними. Особенно важные

результаты были получены им в области дрейфовых волн и дрейфовых неустойчивостей (совместно с Р.З. Сагдеевым); это открыло путь к объяснению аномально быстрой диффузии плазмы поперек магнитного поля. Важные шаги были сделаны также в понимании неустойчивостей, вызываемых анизотропией функции распределения частиц плазмы (совместно с А.А. Веденовым). В 1961 г. Л.И. Рудаков защитил кандидатскую диссертацию.

К 1962 г. относится одна из самых ярких работ Л.И. Рудакова: объяснение эффекта стабилизации неустойчивости плазмы из-за конечности ларморовского радиуса ионов. Сам эффект был предсказан несколькими месяцами раньше американскими физиками М. Розенблютом, Н. Ростокером и Н. Кроллом на основе громоздких вычислений с применением кинетического уравнения для ионов. Л.И. Рудаков заметил, что эффект может быть описан гидродинамическими уравнениями с учетом ионной гировязкости. Весь вывод эффекта делается в несколько строчек, и к тому же выявляет его физическую картину. Статья Леонида Ивановича занимает чуть больше страницы в журнале “Ядерный синтез”.

В этом исследовании полностью проявился сформировавшийся к тому времени самобытный стиль Леонида Ивановича: умение проникнуть в физическую сущность проблемы и выразить эту сущность ясно и компактно. Редко встретишь длинные (“мухобойные”, как говорят теоретики) вычисления в его работах.

В 1962 г. началось активное сотрудничество Л.И. Рудакова с экспериментальной лабораторией академика Е.К. Завойского, занимавшейся исследованием турбулентного нагрева плазмы. Исследования фокусировались на эффектах, вызываемых микронеустойчивостями относительного движения потоков заряженных частиц; это стало на несколько лет основной темой исследований Леонида Ивановича.

В начале этого периода им были открыты модуляционная неустойчивость ленгмюровской турбулентности (совместно с А.А. Веденовым) и “взрывная” неустойчивость волн с отрицательной энергией (совместно с В.М. Дикасовым и Д.Д. Рютовым); затем появились новые теоретические исследования по аномальному сопротивлению плазмы (совместно с Л.В. Корбелевым) и

по квазилинейной теории релаксации электронного пучка (совместно с А.А. Ивановым). 1960-е гг. были “золотым веком” теории плазмы, и Л.И. Рудаков является его ярким представителем.

Леонид Иванович оказывал и прямую поддержку экспериментальной группе академика Е.К. Завойского в интерпретации результатов, в сравнении их с теоретическими моделями, в обсуждении тонкостей диагностики плазмы. Е.К. Завойский очень ценил эту помощь и содействовал расширению группы теоретиков.

Постепенно вокруг Леонида Ивановича сложился круг его учеников (А.В. Гордеев, А.С. Кингсеп, А.А. Иванов, М.Б. Исиченко, К.В. Чукбар, В.В. Яньков и другие), с которыми им выполнены многие дальнейшие работы.

В конце 1960-х гг. произошли существенные изменения в направлении работ: возникла идея применения мощных электронных пучков для быстрого нагрева плазмы. Передача энергии от пучка плазме должна была происходить очень эффективно вследствие эффектов турбулентной релаксации. Нужно было создать генераторы таких пучков и научиться применять их для нагрева. Идеи были сформулированы, но в 1971 г. Е.К. Завойский покинул ИАЭ. Его преемником был назначен Л.И. Рудаков.

Вскоре в лаборатории был построен первый сильноточный ускоритель релятивистских электронов “Нептун”, созданный под руководством В.П. Смирнова. Были обнаружены эффекты самофокусировки пучка, и это подтолкнуло Л.И. Рудакова к рассмотрению возможностей нагрева миниатюрных дейтерий-третиевых мишеней с использованием радиационной имплозии. В 1976 году он представил доклад с описанием этого подхода на престижной гордоновской конференции в США. Доклад вызвал фурор, потому что подходил близко к описанию принципов действия ядерного оружия. Дело дошло до того, что американские службы конфисковали и увезли с собой доску, на которой Рудаков писал мелом формулы во время доклада.<sup>1</sup>

На основе этих идей в ИАЭ началась работа по проекту комплекса “Ангара”. В настоящее время в ТРИНИТИ в Подмосковье этот комплекс работает и производит массу первоклассных научных результатов в области мощных пинчей.

Леонид Иванович близко к сердцу принял Чернобыльскую катастрофу 1986 г. и руководил группой сотрудников своего отдела, работавших над ликвидацией ее последствий. В частности, он лично проводил осмотр внутренностей здания взорвавшегося реактора, несмотря на крайне неблагоприятную радиационную обстановку.

<sup>1</sup>Этот случай очень живо описан в 9-й главе книги Дж. Йонаса: G. Yonas, “Death Rays and Delusions”, Peter Publishing, 2017, Albuquerque, USA, ISBN 0692919552.

При большой занятости проектом “Ангара”, Леонид Иванович продолжал и чисто теоретические исследования, концентрируясь на “электронной магнитной гидродинамике”, которая полна неожиданных эффектов, возникающих при очень высокой плотности тока. Исчерпывающий обзор по этой проблеме (совместно с А.А. Гордеевым и А.С. Кингсепом) был опубликован им в 1994 г.

В 90-е гг. коллапс финансирования крупных научных проектов привел к распаду научных групп и отъезду многих ученых за границу. Леонид Иванович переехал в США в 1998 г. Здесь его интересы делились между физикой пинчей и проблемами распространения и взаимодействия волн в магнитосфере Земли. Леонид Иванович был желанным сотрудником многих лабораторий и частных компаний.

В физике пинчей им был указан нетривиальный механизм диссипации энергии магнитного поля при образовании замкнутых магнитных трубок, стягивающихся к оси как эффектом плавучести, так и натяжением силовых линий (совместно с Р. Суданом). В результате мощность излучения из пинча сильно возрастает по сравнению с чисто цилиндрическим сжатием (совместно с А. Велюковичем и др.). Второй эффект, предсказанный Леонидом Ивановичем, состоял в том, что энергия, излученная многопроволочным пинчем, слабо зависит от геометрии сборки: цилиндрическая и линейная сборки дают одинаковый “выход” излучения (совместно с В. Канцыревым). Оба эффекта неожиданны и красивы – вполне в стиле Леонида Ивановича.

В области магнитосферных явлений им (совместно с Г. Гангули) был предсказан ряд неожиданных явлений в физике линейных и нелинейных геликонов (“свистов”) и в физике газопылевой плазмы.

В годы своей работы в Советском Союзе/России Леонид Иванович много времени уделял преподаванию. В 1960 г. он начал читать лекции на основанной Д.А. Франк-Каменецким кафедре физики плазмы Московского физико-технического института, а в 1966 году стал профессором этой кафедры. Среди бывших студентов Леонида Ивановича десятки известных физиков, теоретиков и экспериментаторов, работающих в России и за рубежом.

Заслуги Леонида Ивановича в годы его работы в Советском Союзе были отмечены многочисленными наградами и премиями, в том числе Орденом Трудового Красного Знамени и двумя Государственными премиями.

Поздравляем Леонида Ивановича с замечательным юбилеем и желаем ему доброго здоровья!

*Ученики, друзья и коллеги*