

PERSONALIA

Виталий Дмитриевич Шафранов

(к семидесятилетию со дня рождения)

1 декабря 1999 г. исполнилось 70 лет выдающемуся физику-теоретику, одному из признанных лидеров мирового научного сообщества в области физики плазмы и управляемого термоядерного синтеза (УТС), академику РАН Виталию Дмитриевичу Шафранову.

Физика плазмы — относительно очень молодая наука, оказывающая в настоящее время мощное влияние и на таких маститых великанов, как астрономия и химия. В науке стихийно сложилась традиция присваивать наиболее фундаментальным явлениям, уравнениям, формулам, теоремам, подходам и пр. имена их первооткрывателей. Физика плазмы отмечена именами многих наших соотечественников: Л.А. Арцимовича, Г.И. Будкера, А.А. Власова, Б.Б. Кадомцева, Л.Д. Ландау, М.А. Леонтовича, А.Д. Сахарова. В этом ряду достойное место занимает и имя Виталия Дмитриевича Шафранова.

Мощный толчок развитию физики плазмы был дан весной 1951 года, когда было принято Постановление Правительства СССР о развертывании термоядерных исследований в нашей стране. С этого момента идет отсчет истории нового раздела науки о четвертом состоянии вещества — физики высокотемпературной плазмы. Именно в этот момент и начинает свою научную карьеру молодой выпускник физфака МГУ Виталий Шафранов.

В.Д. Шафранов родился в 1929 г. в селе Мордвиново Рязанской области. В 1946 г. после тяжелых военных лет он поступил на физический факультет МГУ. В 1951 г. сразу после окончания МГУ В.Д. Шафранов был направлен на работу к И.В. Курчатову в ЛИПАН в теоретический сектор академика М.А. Леонтовича. Он сразу включился в исследования по проблеме магнитного термоядерного реактора (МТР). Именно тогда начался золотой период для физики высокотемпературной плазмы, заложивший фундамент ныне широко известной науки. Попав в коллектив, где, в буквальном смысле, все делали новую науку, В.Д. Шафранов в течение короткого времени выполнил ряд пионерских работ: о распространении электромагнитных волн в замагниченной плазме, о стабилизации пинчевых разрядов продольным магнитным полем, о структуре фронта сильной ударной волны в плазме. Уже в них проявился свойственный В.Д. Шафранову стиль, сочетающий глубину физического подхода и изящную простоту решения сложных плазменных задач. Так, в работе о структуре фронта сильной ударной волны (*ЖЭТФ*, 1957 г.) он не только поставил физическую задачу в рамках сформулированной незадолго до того диссипативной "двухжидкостной" магнитной гидродинамики (МГД), но и свел ее к изящной математической задаче, которую удалось полностью решить классическим методом качественного анализа обыкновенных



Виталий Дмитриевич Шафранов

дифференциальных уравнений.

Начальный период становления физики высокотемпературной плазмы характеризовался бурным изобретательством различных магнитных ловушек для удержания этой капризной субстанции — плазмы. Нужно было научиться экспериментировать с "солнечным веществом" на Земле в лабораторных условиях. Именно с этой проблемой на многие годы связал свои теоретические исследования В.Д. Шафранов.

Иногда шутят, говоря, что все магнитные ловушки были предложены в 50–60-е годы. В этом есть немалая доля истины. Именно в это время в английский язык вошло русское слово ТОКАМАК (ТОроидальная КАмера МАгнитные Катушки), Спитцер предложил

стелларатор, Шафранов рассматривал равновесие и устойчивость гофрированных торов, Будкер и Пост предложили пробкотрон и т. д. Вначале стоял принципиальный вопрос об экспериментальной реализуемости необходимых параметров горячей плазмы. В.Д. Шафранов, всегда находясь на "фронтире" термоядерной науки, основное внимание уделил токамаку, как наиболее простой в техническом плане магнитной ловушке, быстрейшим путем ведущей к цели. Выведенный им необходимый критерий устойчивости плазменного шнура с током в магнитном поле, получивший название критерия Крускала–Шафранова, определил физические рамки токамака. Выясняя условие равновесия тороидальной плазмы, В.Д. Шафранов вывел знаменитое уравнение, ставшее основой теории равновесия плазмы в осесимметричных магнитных системах, — уравнение Грэда–Шафранова. Обобщения этого уравнения используются при анализе не только токамаков и открытых ловушек, но и плазмы астрофизических объектов. В 1958 году при защите кандидатской диссертации Виталию Дмитриевичу была сразу присуждена ученая степень доктора физико-математических наук.

Своими теоретическими работами Виталий Дмитриевич неоднократно подтверждал ту истину, что нет ничего более практичного, чем хорошая теория. Так, в частности, совместно с Л.А. Арцимовичем он обосновал преимущество токамака с D-образной формой сечения плазмы. И вполне естественно, что в физике плазмы родился целый ряд терминов и понятий, напрямую связанных с именем Виталия Дмитриевича: "критерий Крускала–Шафранова", "уравнение Грэда–Шафранова", "смещение Шафранова" и др. Например, "смещение Шафранова" — это вообще первое, что узнаёт экспериментатор, начинающий работать на токамаках.

Токамак оправдал возлагавшиеся на него надежды и прославил во всем мире российскую науку.

Конечно, все оказалось значительно сложнее и заняло значительно больше времени, чем представлялось в начале исследований. Однако в настоящее время именно токамаки экспериментально подтвердили осуществимость УТС. Работы по токамакам в значительной степени перешли в инженерную стадию — сооружение экспериментального термоядерного реактора. Именно на этом этапе все более существенную роль начинают играть ограничения физических возможностей токамаков: низкое давление плазмы по отношению к давлению удерживающего магнитного поля (параметр $\beta \ll 1$), неустойчивость срыва и нестационарность.

Будучи одним из основоположников токамаков, В.Д. Шафранов одновременно входит в число признанных лидеров современной теории "альтернативных" систем удержания плазмы. Он один из немногих, кто принял вызов времени — ответить на вопрос, в состоянии ли теория магнитного удержания предложить качественное улучшение свойств магнитных ловушек для осуществления термоядерного синтеза? В первую очередь это относится к стеллараторам. Виталий Дмитриевич с учениками сформулировал новые принципы оптимизации магнитных конфигураций стеллараторов на основе квази- и псевдосимметрии. Современные эксперименты на стеллараторах показывают, что и здесь принципиально возможно получение "токамачных" параметров удержания плазмы, притом в стационарных условиях и без срывов. Но В.Д. Шафранову этого мало. Им совместно с Б.Б. Кадомцевым, В.М. Глаголевым, Б.А. Трубниковым предлагается ловушка "Дракон", обладающая в значительной степени достоинствами

замкнутых и открытых систем. В настоящее время разрабатывается новая магнитная конфигурация, сочетающая преимущества "Дракона" с идеей полоидальной псевдосимметрии. Эта система должна кардинально увеличить значение параметра β . Своей многолетней деятельностью В.Д. Шафранов доказывает, что в физике высокотемпературной плазмы постоянно рождаются новые идеи, оказывающие сильное влияние на другие науки и на технический прогресс. В.Д. Шафранов — лауреат Государственной (1971 г.) и Ленинской (1984 г.) премий.

В.Д. Шафранов воспитал сильную, признанную у нас и за рубежом, школу теоретиков в области магнитного удержания плазмы. Виталий Дмитриевич — яркий преемник М.А. Леонтовича и не случайно именно он возглавил Отдел теории плазмы Института ядерного синтеза РНЦ "Курчатовский институт" в апреле 1981 г. В том же году он был избран членом-корреспондентом АН СССР, а в 1997 г. — действительным членом РАН.

Высокий авторитет снискал В.Д. Шафранов своей подвижнической деятельностью по руководству научными изданиями. Благодаря ему как главному редактору с 1983 года молодой журнал "Физика плазмы" занял равноправное место среди самых авторитетных физических журналов. Событием стали двенадцать томов "Физика плазмы", изданные в серии "Итоги науки и техники" под редакцией В.Д. Шафранова. С 1999 года он входит в состав редколлегии журнала *УФН*, а также является главным редактором авторитетной международной книжной серии, издаваемой ныне под названием "Reviews of Plasma Physics" издательством Kluwer Academic/Plenum Publishers на английском языке.

Виталий Дмитриевич — скромный и мудрый человек. Ему присущи глубина и "первичность" суждений и оценок не только в науке, но и в повседневной жизни. В них проявляется его внутренняя склонность критическому взгляду на вещи, окрашенному тонким юмором. Кажется, трудно найти среди мудрых мира сего столь открытого и доброжелательного человека, на которого не оказывают никакого заметного влияния ни служебное положение, ни политическая конъюнктура, ни лесть. Недаром он является председателем и членом множества комиссий и жюри. Он признанный гарант объективности и справедливости. Поэтому его и ценят, а подчас и опасаются его оценок.

В.Д. Шафранов — разносторонне одаренная личность. Его эмоциональное мировосприятие нередко находит свое выражение в поэтическом творчестве. На протяжении многих лет он сопровождает динамичную историю УТС своими стихотворными импровизациями. Наука о плазме — главное дело всей жизни Виталия Дмитриевича. Но его стихотворные экспромты настолько неожиданны и ярки, настолько непосредственны и так горячо воспринимаемы аудиторией, что давно достойны быть изданными. Они порадовали бы многих и, в сущности, уже по праву стали поэтической историей физики плазмы.

От всей души желаем Виталию Дмитриевичу здоровья, благополучия и новых ярких достижений в его многогранной деятельности.

*Е.П. Велихов, В.И. Ильгисонис, В.С. Имшенник,
Л.М. Коврижных, В.И. Коган, С.В. Мирнов,
К.А. Разумова, А.А. Сковорода, В.П. Смирнов,
Ю.Н. Смирнов, В.С. Стрелков, Б.А. Трубников*