

РЫЦАРЬ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК К 75-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА РАН В.Е. ФОРТОВА

Журнал “Вестник Российской академии наук”, Москва, Россия

E-mail: vestnik@pleiadesonline.com

Поступила в редакцию 07.02.2021 г.

После доработки 12.02.2021 г.

Принята к публикации 15.02.2021 г.

23 января 2021 г. исполнилось бы 75 лет академику РАН, президенту Российской академии наук с 2013 по 2017 г. Владимиру Евгеньевичу Фортovu. Он не дожид до этой даты всего около двух месяцев. Состоявшееся 26 января 2021 г. в формате видеоконференции заседание президиума РАН было посвящено этой знаменательной дате. Почтить память выдающегося отечественного учёного собрались его соратники и ученики, в зале президиума РАН присутствовали вдова и дочь В.Е. Фортова. Портал “Научная Россия” вёл прямую трансляцию заседания, краткий обзор выступлений участников которого мы предлагаем вниманию наших читателей.

Ключевые слова: Владимир Евгеньевич Фортov, МФТИ, теплофизические свойства вещества, “труба Фортова”, неидеальная плазма, сжатие ферми-газа и бозе-газа, электроэнергетика и электрофизика, низкотемпературная плазма, динамическая физика неидеальной плазмы, пылевая плазма, физика экстремальных состояний вещества и динамических процессов при высоких плотностях энергии, физика астрофизических объектов, кварк-глюонная плазма, эксперимент “Плазменный кристалл”, распределённая энергетика.

DOI: 10.31857/S0869587321040071

Во вступительном слове президент РАН академик **А.М. Сергеев** отметил: “Когда мы провожали Владимира Евгеньевича, мы вспоминали, какой огромный вклад он внёс в историю отечественной науки. Правда, жизнь к нему была не всегда справедлива, учитывая, как много он сделал. В самые сложные моменты перемен в российской науке он оказывался на острие этих перемен. Важнейшую роль он сыграл в 1990-е годы, когда ему удалось поставить развитие нашей науки на современные рельсы. Невозможно переоценить его вклад в дело защиты Академии наук в последние годы жизни. Мы никогда этого не забудем, не забудем человека ярчайшей судьбы”.

Первым с обзорным докладом о научной деятельности юбиляра от имени большого коллектива выступил академик РАН **Э.Е. Сон**, председатель Национального комитета по теплофизическим свойствам веществ. В 1962 г. он вместе с Фортovым поступил в Московский физико-технический институт и до последних дней вёл с ним совместные исследования. Как известно, МФТИ был создан в 1946 г., когда родился Владимир Евгеньевич. В нём преподавали лучшие учёные — члены Академии наук СССР. Учебная нагрузка студентов была очень большой: в течение первых трёх лет, например, по математике — 1000 часов,

по физике — тоже 1000 часов и примерно 1000 часов отводилось на английский язык, информатику и другие предметы.

Поступив на аэромеханический факультет, который сейчас называется Школой аэрокосмических технологий МФТИ, после трёх курсов, когда



Владимир Евгеньевич Фортov (1946–2020)



Встреча И.В. Курчатова, М.В. Келдыша, А.П. Александрова с В.М. Иевлевым

возник вопрос, чем заниматься дальше, Фортов и Сон выбрали НИИ-1, или НИИ тепловых процессов, — ныне ГНЦ “Исследовательский центр им. М.В. Келдыша”, поскольку в те годы тематика, связанная с космическими исследованиями и атомной энергией, была, несомненно, перспективной.

В 1956 г. Харуэлле (Великобритания) И.В. Курчатов выступил с докладом, который имел эффект разорвавшейся бомбы. Речь в нём шла о том, как в СССР развиваются исследования по мирному атому и управляемому термоядерному синтезу. И тогда в НИИ-1 член-корреспондент АН СССР (в 38 лет) В.М. Иевлев решил объединить два направления — аэрокосмическое и атомное — и создать ядерный ракетный двигатель. В группу студентов, которую он набирал для работы в этом проекте, попали Фортов и Сон. Идея создания ядерного ракетного двигателя была доложена руководству Академии наук и Лаборатории измерительных приборов АН СССР (с 1960 г. — Институт атомной энергии АН СССР им. И.В. Курчатова). И.В. Курчатов, президент АН СССР М.В. Келдыш и будущий президент АН А.П. Александров благословили Иевлева заниматься ядерным ракетным двигателем.

Э.Е. Сон рассказал, как В.Е. Фортову, в то время студенту 4-го курса Физтеха, была предложена тематика, связанная с использованием ядерной энергии в космосе. Это направление до сих пор

остаётся одним из самых перспективных в космических исследованиях. Фортов вместе с Б.Н. Ломакиным создал экспериментальную установку, которая была и остаётся уникальной — такой установки нет больше нигде в мире, — она получила название “труба Фортова” и до сих пор используется в научных исследованиях. В газофазном ядерном реакторе струя ядерного топлива, окружённая водородом, достигает температуры 50–70 тыс. градусов, а давление — 1000 атм. При этих условиях вещество находится в состоянии неидеальной плазмы, представляя собой систему многих частиц, взаимодействие между которыми настолько существенно, что эту проблему многих тел невозможно решить теоретически, так как в ней нет малого параметра. Интересно, что аналогичный проект развивался тогда и в США, и американские разработчики этой тематики написали в книге о В.М. Иевлеве, что успехи Советского Союза в этом проекте гораздо существеннее, чем Соединённых Штатов, потому что в СССР учёные дальше продвинулись в решении проблемы теплофизических свойств вещества (именно этой проблемой занимался В.Е. Фортов).

Идея состояла в следующем: для получения уравниения состояния неидеальной плазмы нужно было использовать вещество с низким потенциалом ионизации. Самый низкий он у цезия, а для того чтобы получить насыщенный пар цезия в рабочей камере, необходимо создать подогреваемую



С Эдвардом Теллером — американским физиком-теоретиком, широко известным как “отец водородной бомбы”

мую ударную трубу, которую называли “шашлычницей”. В экспериментах применялись динамические методы. Для получения уравнения состояния вещества нужно было измерять плотность, с этой целью использовалось поглощение рентгеновского излучения на атомах и молекулах цезия. Далее возникла проблема, известная как проблема Ферми–Зельдовича: в экспериментах определялось калорическое уравнение состояния, то есть зависимость энтальпии от давления и плотности, требовалось определить и температуру. Решению этой задачи, наряду с экспериментальными исследованиями, была посвящена кандидатская диссертация Фортова. Сама тематика — теплофизика неидеальной плазмы — легла в основу всей его дальнейшей научной деятельности. Работы по неидеальной плазме выполнялись Владимиром Евгеньевичем в НИИ тепловых процессов (в 1995 г. переименован в Центр им. М.В. Келдыша), потом в МФТИ, затем в Институте химической физики АН СССР, Объединённом институте высоких температур РАН, потом во ВНИИЭФе (Саров) и в других организациях.

В те годы было модно рисовать состояния вещества на фазовой диаграмме, где по одной оси — температура, по другой — концентрации заряженных частиц. Диаграмма 1980 г. была почти полностью покрыта белыми пятнами, то есть неизведанными областями, а за 40 лет — с 1980 по 2020 г. — она оказалась практически заполненной благодаря работам Фортова и его сотрудников.

Э.Е. Сон привёл в качестве примера один из последних экспериментов Владимира Евгеньевича по неидеальной плазме. Речь фактически идёт о тех же процессах, что и в “трубе Фортова”, но вместо толкающего газа высокого давления используется взрывчатка — сжатие вещества (водорода, дейтерия) осуществляется благодаря взрыву десятков её килограммов, таким образом создаются уникальные параметры эксперимента. Надо сказать, что достижение высокого давления — это основная проблема при создании атомного оружия. Сжатие вещества нужно осуществить, сохраняя его симметричность, поскольку развивается неустойчивость типа Релея–Тейлора. Сегодня Россия — лидер по параметрам, удаётся достигать давления в 200 млн атмосфер. Рекордный результат получен в работе, выполненной экспериментально в Сарове во ВНИИЭФе Р.И. Ильяевым, М.А. Мочаловым, В.Е. Фортовым и другими учёными. В этих экспериментах создаются уникальные параметры сжатия вещества, в них впервые продемонстрированы квантовые эффекты, которые ранее не достигались.

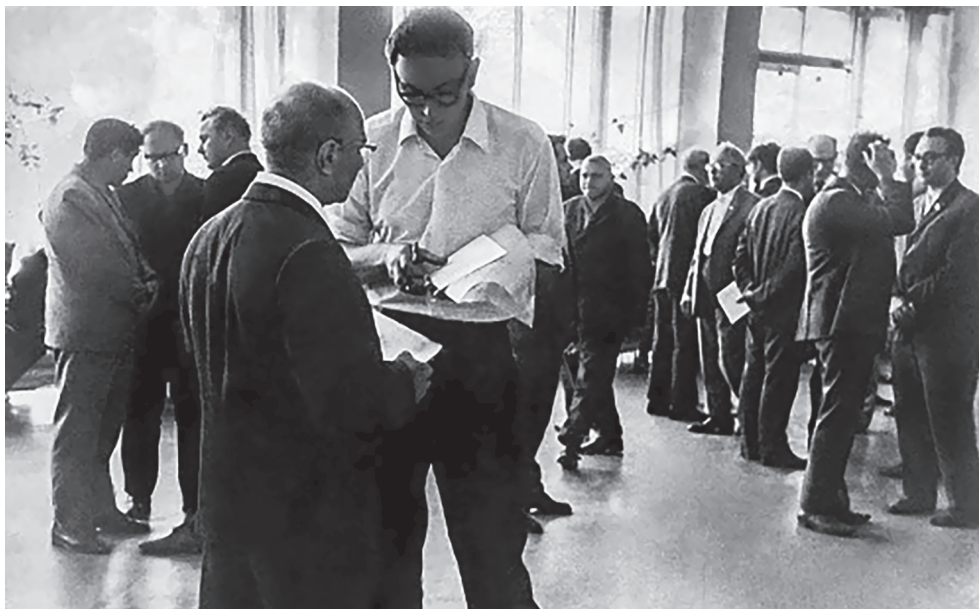
Большое число современных установок было создано по инициативе и при прямом участии В.Е. Фортова в ОИВТ РАН и ряде других организаций. Знаменитая “Сфера” — установка ЯЗ13 — была сварена из корпусов подводных лодок, затем доставлена в Институт высоких температур: она использовалась для задач горения, взрыва и детонации.



Открытие Высшей школы физики ГК «Росатом» СФТИ НИЯУ МИФИ, 15 ноября 2012 г. Слева направо: академики РАН В.П. Смирнов, Г.Н. Рыкованов, В.Е. Фортов, Е.Н. Аврорин



Обложки книг В.Е. Фортова



Я.Б. Зельдович и В.Е. Фортов

Как отметил Э.Е. Сон, в работах Фортова изучалось сжатие не только ферми-газа, но и бозе-газа — такой эксперимент планировалось выполнить в лаборатории холодных атомов на Международной космической станции. В отличие от ферми-газа, в случае бозе-газа отталкивания нет, и по принципу Паули для частиц с целым спином возникает бозе-конденсация. Поэтому квантовое сжатие бозе-газа может происходить неограниченно, что было предложено использовать в экспериментах на МКС в работе В.М. Цуркова, Э.Е. Сона и В.Е. Фортова (2017, NASA, Santa Barbara).

Большой цикл работ по электроэнергетике и электрофизике был выполнен под руководством Владимира Евгеньевича для промышленности, к ним относятся исследования ОИВТ РАН по заказам Федеральной сетевой компании и других промышленных партнёров. Одним из основных направлений деятельности Фортова была работа с ГК «Росатом». Результатом этого сотрудничества, в частности, стало создание Центра изучения экстремальных энергетических процессов Росатом—РАН: его работы были инициированы Фортовым и продолжатся до 2024 г.

Наследие, которое оставил нам В.Е. Фортов, это 26 книг — монографий и учебных пособий. Часть их была написана в соавторстве, но в последние годы он писал книги в одиночку. Они были изданы не только на русском и английском, но и на других языках. Владимир Евгеньевич реализовал ещё один уникальный проект — подготовку и издание многотомной «Энциклопедии низкотемпературной плазмы». Он поставил задачу, собрал коллектив из ведущих учёных России и

этой области и выпустил в свет уникальное издание — такого нет нигде в мире.

Э.Е. Сон завершил своё выступление словами: «Память о Владимире Евгеньевиче Фортове навсегда останется в его учениках: они увидели и восприняли его отношение к делу, науке, его стремление решать, казалось бы, неразрешимые задачи. Он останется в российской науке не только как учёный, создавший новые направления, решивший принципиальные проблемы, но и как государственный деятель, на долю которого выпали самые сложные годы управления Российской академией наук».

Далее слово было предоставлено академику РАН С.М. Алдошину, который выступал и от имени члена-корреспондента РАН В.Б. Минцева, и докторов физико-математических наук В.К. Грязнова, и И.В. Ломоносова (Институт проблем химической физики РАН).

Когда говорят о личности такого масштаба, как академик В.Е. Фортов, заметил С.М. Алдошин, в поле зрения попадают многие научные коллективы и научные центры. Это и МФТИ, и Московский государственный университет, и Институт высоких температур АН СССР (ИВТАН), и Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики в Арзамасе-16, и Институт теплофизики экстремальных состояний ОИВТ РАН, и Российский фонд фундаментальных исследований, и германское общество Макса Планка, и Королевские инженерные академии Великобритании и Швеции, и Международная академия астронавтики и, конечно, Российская академия наук. Но, по мнению Алдо-

шина, Научный центр РАН в Черногловке и Институт проблем химической физики РАН занимают совершенно особое место в траектории жизни Владимира Евгеньевича. Они положили начало его серьёзным научным исследованиям, его научной карьере.

Оказаться в Черногловке Владимиру Евгеньевичу, родившемуся в Ногинске (в 16 км от Черногловки), помог его величество случай. В 1968 г. он с отличием окончил МФТИ, факультет аэрофизики и космических исследований, поступил в аспирантуру МФТИ и в 1971 г. досрочно защитил кандидатскую диссертацию. Однако, несмотря на талант и перспективную научную тему, молодой специалист, увы, без московской прописки не мог устроиться на работу в столице. По распределению он должен был уехать во Владивосток, где шло формирование Института автоматики и процессов управления АН СССР. Билет уже лежал у него в кармане. Тем летом в Ленинграде проходил Всесоюзный симпозиум по горению и взрыву, где Владимир Евгеньевич сделал небольшой доклад по теме своей диссертации. В первом ряду сидел подвижный коренастый человек, который бесцеремонно стал задавать ему вопросы и объяснять, где и что надо было сделать по-другому. Форт

довольно резко вступил с ним в дискуссию. А оппонентом оказался академик Я.Б. Зельдович — автор проблемы Ферми—Зельдовича, которую Владимир Евгеньевич решал в своей кандидатской, один из отцов атомной бомбы, трижды Герой Социалистического Труда, человек-легенда. После окончания заседания они встретились в кулуарах, разговорились, и Зельдович неожиданно предложил Фортву работать в Черногловке.

По словам Алдошина, эта встреча оказалось знаковой и резко изменила судьбу Владимира Евгеньевича. Там же на конференции состоялось знакомство с академиком Н.Н. Семёновым, который в 1956 г. организовал в Черногловке полигон Института химической физики. По рекомендации Зельдовича Семёнов сразу согласился взять в свою команду молодого талантливого специалиста. Форт стал младшим научным сотрудником ОИХФ РАН, лаборатории Анатолия Николаевича Дрёмина, который занимался проблемами детонации и взрыва. Владимир Евгеньевич был на седьмом небе от счастья.

Черногловка начала 1970-х годов была удивительным местом, вспоминал С.М. Алдошин. Условия, созданные здесь для учёных, позволяли им семь дней в неделю заниматься только своим



В.Е. Фортв принимает участие в работах по реконструкции институтского полигона в Черногловке



Губернатор Московской области А.Ю. Воробьёв, академик РАН В.Е. Фортов, академик РАН С.М. Алдошин, глава городского округа Черноголовка О.В. Егоров в отделе экстремальных состояний вещества ИПХФ РАН. Сентябрь 2015 г.

делом, только наукой. Работалось легко, поскольку рядом были Институт физики твёрдого тела, Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау и др. Можно было получить научную консультацию в любом институте. В ОИХФ тогда интенсивно развивались работы по исследованию мощных взрывчатых веществ, твёрдых ракетных топлив и процессов детонации и горения. Поэтому предложенные Фортовым исследования теплофизических свойств плотной плазмы за фронтом ударной волны вызвали большой интерес у руководства. В лаборатории А.Н. Дрёмина у Владимира Евгеньевича сразу же появились первые студенты и аспиранты — В.Ф. Беспалов, В.Б. Минцев, В.К. Грязнов, позднее И.В. Ломоносов, ставшие впоследствии ведущими сотрудниками института. В лабораторных условиях с помощью мощных ударных волн им удалось получить необычные экстремальные состояния вещества при давлениях в миллионы атмосфер, началось создание полуэмпирических широкозонных уравнений состояния вещества, что позволяло описывать термодинамические свойства вещества в различных агрегатных состояниях.

На тот момент в Черноголовке работали семь институтов (к 1987 г. — девять), и чтобы объединить силы молодого научного центра, был организован общий семинар под председательством Н.Н. Семёнова. Туда приходили все “классики”, директора институтов, академики, членкоры, доктора наук и, конечно, молодёжь. Однажды на

таком семинаре зашла речь о переходе металла в состояние диэлектрика. Возник вопрос: что, если металл начать расширять? Владимир Евгеньевич поднял руку и сказал: “Николай Николаевич, вот мы как раз этим и занимаемся”. Нарисовал диаграмму. Семёнов был очень удивлён, что в институте ведутся такие интересные работы без его ведома, но в то же время и очень воодушевлён. Сразу позвонил Я.Б. Зельдовичу. “Яша, — говорит, — у нас работает молодой парень, Фортов, твой протеже, кстати. Он говорит, что придумал, как определить критические параметры металлов. Это правда?”. “Правда”, — ответил Зельдович. Н.Н. Семёнов положил трубку и сказал: “У нас в институте ведутся такие работы, а я ничего не знаю! Это же безобразие, но ведь это замечательно!”.

В 1970-х годах в ОИХФ АН СССР Владимир Фортов провёл цикл уникальных экспериментальных и расчётно-теоретических исследований свойств плотной плазмы, по результатам которых в ведущих отечественных и зарубежных научных журналах были опубликованы десятки статей. Уже тогда отмечалось, что комплекс работ Фортова знаменует собой появление нового научного направления — динамической физики неидеальной плазмы. Эти результаты легли в основу его докторской диссертации “Исследование неидеальной плазмы динамическими методами”, которую он представил в 1976 г., а в 1977 г. ВАК присудила ему учёную степень доктора физико-математических наук.

В.Е. Фортов работал в Отделении Института химической физики АН СССР сначала младшим, затем старшим научным сотрудником, в 1975 г. возглавил группу “Исследование теплофизических свойств неидеальных сред динамическими методами”, которая затем была преобразована в лабораторию физической газовой динамики. Любопытно, заметил С.М. Алдошин, что по поводу лаборатории Фортова были изданы сразу два приказа в один день — один за подписью Н.Н. Семёнова, другой за подписью Ф.И. Дубовицкого. Они отличались только названием лаборатории. Эти документы сохранились и находятся в архиве Института химфизики. Владимир Евгеньевич создал сильную молодёжную лабораторию.

В 1984 г. учёный совет ИХФ АН СССР впервые выдвинул Фортова кандидатом для избрания членом-корреспондентом Академии наук (проголосовали “за” — 19 человек, “против” — 14), избран он был в 1987 г. Это были годы турбулентных процессов в ИХФ АН СССР. В 1986 г. ушёл из жизни Н.Н. Семёнов, Ф.И. Дубовицкий постепенно уходил от управления институтом. Личности масштаба Семёнова, способной удержать большой институт, не находилось, хотя сильных учёных в нём было много. Бесперывно менялись директора, лаборатория Фортова переходила из сектора в сектор.

В 1986 г. Владимир Евгеньевич был избран завлабом в Институте высоких температур АН СССР и перешёл туда по приглашению академика А.Е. Шейндлина на постоянную работу. Алдошин подчеркнул, что даже после перехода в ИВТАН сотрудничество Фортова с Институтом проблем химической физики не прекращалось и продолжалось на протяжении всей его жизни. Он руководил лабораторией института, а затем отделом экстремальных состояний вещества на общественных началах, был членом учёного совета, каждую пятницу проводил семинары, даже когда был председателем Госкомитета по науке и технологиям, министром науки и технологий, вице-премьером, президентом РАН.

Одно из последних серьёзных мероприятий в Черногловке, в котором Владимир Евгеньевич принял участие, — проведение в 2016 г. 25-х Семёновских чтений и открытие мемориального музея-квартиры Н.Н. Семёнова и памятника Н.Н. Семёнову и Ф.И. Дубовицкому.

Об истории научных исследований в ИХФ АН СССР в Черногловке, где в 1971 г. Владимир Евгеньевич начал работать после защиты кандидатской диссертации, рассказал один из первых учеников В.Е. Фортова член-корреспондент РАН **В.Б. Минцев**. В институте Фортов изучал генерацию, физические свойства и газодинамику плотной низкотемпературной плазмы, и позднее на этой основе сложилось новое научное направле-

ние — физика экстремальных состояний вещества и динамических процессов при высоких плотностях энергии. Основным объектом становится неидеальная плазма, когда средняя кулоновская энергия взаимодействия оказывается одного порядка со средней кинетической энергией. Её генерация осуществляется за счёт мощных ударных волн, генерируемых взрывом. Интенсивные экспериментальные и теоретические исследования сжимаемости, электропроводности, оптических свойств такой среды публикуются в центральных журналах, таких как “Журнал экспериментальной и теоретической физики”, “Доклады АН”, “Теплофизика высоких температур” и др.

В 1977 г. после защиты Фортовым докторской диссертации фронт работ по исследованию неидеальной плазмы и процессов при воздействии мощных ударных волн существенно расширяется. Укрепляется взрывная исследовательская база, проводится закупка современного оборудования, разрабатываются новые методики экспериментальных исследований и численного моделирования процессов при высоких плотностях энергии, создаются банки данных по ударно-волновым процессам. Проводятся эксперименты по взрывной генерации нейтронов, отражательным свойствам мощных ударных волн. Появляется публикация в “Успехах физических наук”, издаются первые книги по физике неидеальной плазмы.

В 1980-е годы Фортов и его коллеги принимают активное участие в проекте “Вега” по исследованию кометы Галлея. А на полигоне ИПХФ АН СССР строится электродинамическая установка для исследования процессов преобразования энергии взрыва в электромагнитную.

Бурно развивается международное взаимодействие, из которого В.Б. Минцев особо отметил сотрудничество с Центром по исследованию тяжёлых ионов г. Дармштадт (Германия). В Черногловке были разработаны специальная взрывная камера для зарядов до 150 г тринитротолуола и компактные взрывные генераторы неидеальной плазмы. Впервые была решена проблема совмещения сверхчистой глубоковакуумной ускорительной техники с чрезвычайно “грязным” взрывным экспериментом, сопровождающимся генерацией высоких давлений и большого количества высокоскоростных осколков. Первые эксперименты по исследованию тормозных потерь заряженных частиц в неидеальной плазме были проведены в Институте теоретической и экспериментальной физики в 1997 г., потом установка была перевезена в Германию.

Проведённые в конце 1990-х годов эксперименты по исследованию электрофизических свойств ударно-сжатой плазмы свидетельствовали о появлении высокого уровня электропроводности (соответствующего металлическому) в водороде и

инертных газах при высоких плотностях в области мегабарных давлений. Это явление “металлизации” плазмы нашло объяснение в рамках процесса ионизации давлением. А определение сжимаемости водорода в совместных экспериментах с ВНИИЭФом впервые позволило говорить об открытии особого фазового перехода 1-го рода при давлении ~ 140 ГПа — плазменного фазового перехода. Особый интерес, подчеркнул Минцев, Фортов и его сотрудники проявляли к отработке последних экспериментов ВНИИЭФа по достижению рекордных давлений в плазме дейтерия и гелия и созданию новых уравнений состояния в этой экзотической области параметров.

В последние годы Фортов много занимался физикой астрофизических объектов и кварк-глюонной плазмой, где особенно ярко проявляются эффекты сильного взаимодействия. В частности, анализ предельного выражения для отношения сдвиговой вязкости к удельной энтропии, выведенного в рамках современной теории струн, показал, что неидеальная плазма с сильным кулоновским взаимодействием является примером подобной среды, так что в этом смысле её можно назвать совершенной жидкостью.

Владимир Евгеньевич Фортов был всегда полон научной идеей. К сожалению, далеко не все из них удалось воплотить. Но он оставил после себя большую школу своих последователей, среди которых много молодёжи. В.Б. Минцев выразил надежду, что новое поколение учёных продолжит проникновение в чрезвычайно интересную область науки — область экстремальных состояний вещества.

Академик РАН **Б.Ю. Шарков** говорил о решающем вкладе В.Е. Фортова в физику экстремального состояния материи на пучках релятивистских ионов. Именно Фортов обратил внимание на то, что созданные для экспериментов по физике высоких энергий ускорители релятивистских тяжёлых ионов оказались перспективными устройствами не только для управляемого термоядерного синтеза с инерционным удержанием, но и для опытов по сжатию и разогреву плотной плазмы. В результате объёмного характера энерговыделения при торможении заряженных частиц возникает слой изохорически разогретой плазмы, последующее расширение которого генерирует ударную волну в глубь мишени или цилиндрическую ударную волну, расходящуюся от оси пучка.

Особый интерес представляет использование тяжёлоионного ускорителя в комбинации с мощной петаваттной лазерной системой, что качественно расширяет экспериментальные возможности такого устройства. Благодаря инициативе В.Е. Фортова пучки релятивистских тяжёлых ионов применяются в настоящее время в экспериментах по нагреву конденсированных и пористых мишеней, по измерению тормозной способности ионов в плазме, а также по взаимодействию заряженных пучков с ударно-сжатой плазмой, получаемой с помощью взрывных генераторов, заключил Б.Ю. Шарков.

О сотрудничестве В.Е. Фортова с Корпорацией “Московский институт теплотехники” рассказал академик РАН **Ю.С. Соломонов**. По его словам, научные работы Владимира Евгеньевича способствовали созданию образцов ракетно-



В.Е. Фортов с учениками

ядерного оружия XXI в., которые обеспечивают обороноспособность и безопасность страны, закрепление её геополитической роли как одного из лидеров, определяющих мировую политику на ближайшее десятилетие.

Как академик-секретарь Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН В.Е. Фортов активно участвовал в подготовке и подписании крупного соглашения о научно-техническом сотрудничестве между Росатомом и РАН по широкому спектру фундаментальных и прикладных работ в целях ускоренного развития ядерной энергетики России.

Группой, возглавляемой Фортovým, были предсказаны возможные наблюдаемые последствия столкновения кометы Шумейкеров–Леви-9 с Юпитером в июле 1994 г. — высокую точность предсказаний подтвердили разные обсерватории мира. Аналогичная работа была выполнена в связи с космическим экспериментом в 2005 г. — при высокоскоростном столкновении металлического ударника с ядром кометы 9P/Tempel.

При разработке новой техники применяются предложенные ИВТАНом химические элементы и конструкционные материалы, полученные благодаря разработанным по инициативе Фортова генераторам мощных ударных волн и экспериментальным методам изучения физических свойств вещества в экстремальных условиях с использованием взрыва, лазерных, релятивистских электронных и ионных пучков.

Таким образом, подчеркнул Ю.С. Соломонов, В.И. Фортов внёс огромный вклад в оборонные исследования, чему способствовал опыт, полученный им при решении ряда важнейших научных задач, включая проблематику ударных и детонационных волн, теплофизики, химической физики, космических исследований, энергетики, физики экстремальных состояний вещества и высоких плотностей энергии, неидеальной плазмы.

«В последнюю четверть века наблюдается резкий рост интереса к пылевой плазме. В такой плазме удаётся получать рекордно высокие (до 10^5 – 10^6 заряда электрона) величины зарядов пылевых частиц. Тем самым обеспечивается чрезвычайно высокая интенсивность межчастичного взаимодействия, при которой происходит кулоновское “замерзание” плазмы. ОИВТ РАН оказался среди пионеров этого нового направления в физике плазмы», — с этого утверждения начал своё выступление академик РАН **О.Ф. Петров**.

Он напомнил, что по инициативе и под руководством В.Е. Фортова был проведён цикл взаимосвязанных экспериментальных работ, имеющих приоритетный характер, по изучению плазменных кристаллов и жидкостей в пылевой плазме как в лабораторных условиях, так и в условиях микрогравитации на борту орбитального комплекса

“Мир” и Международной космической станции в широком диапазоне температур и давлений — в плазме тлеющего разряда постоянного тока и высокочастотного разряда низкого давления при комнатных и криогенных температурах в диапазоне 4–77 К, в ядерно-возбуждаемой плазме и плазме, индуцированной ультрафиолетовым излучением, в пучковой плазме, в термической плазме при атмосферном давлении (при температурах 2000–3000 К). Подавляющее большинство этих экспериментов выполнено впервые в мире.

В условиях микрогравитации, отметил О.Ф. Петров, эксперименты с пылевой плазмой, индуцированной ультрафиолетовым излучением, открывают область изучения естественного образования плазменных кристаллов в космосе, так как одним из механизмов зарядки пылевых частиц в условиях космического пространства при наличии интенсивных потоков ультрафиолетового излучения является фотоэмиссия. В условиях микрогравитации может образовываться трёхмерный кристалл, недеформированный силой тяжести, поэтому соответствующие исследования могут пролить свет как на механизм взаимодействия макрочастиц, включая их притяжение, так и на возможность существования плазменного кристалла со свободными границами.

Эти данные послужили основанием для постановки космического эксперимента “Плазменный кристалл” на российском орбитальном комплексе “Мир”. В 1998–2000 гг. на борту орбитального комплекса “Мир” совместно с РКК “Энергия” и ИТЭС ОИВТ РАН по инициативе Фортова были поставлены первые эксперименты по изучению плазменно-пылевых структур в условиях микрогравитации с использованием двух установок “Плазменный кристалл-1” и “Плазменный кристалл-2”. Было обнаружено, что в условиях эксперимента частицы бронзы при воздействии солнечного излучения заряжались путём фотоэмиссии электронов с их поверхности и приобретали заряды порядка 10^4 заряда электрона. Экспериментальные данные также позволили сделать вывод о формировании частицами в условиях микрогравитации жидкостных структур.

В эксперименте “Плазменный кристалл-2” также изучалась динамика макрочастиц и образование упорядоченных структур в тлеющем разряде постоянного тока в условиях микрогравитации. В начале 1998 г. было принято решение о проведении совместного российско-германского эксперимента “Плазменный кристалл-3” (“ПК-Нефёдов”) на борту российского сегмента Международной космической станции в соответствии с Программой научных исследований Роскосмоса. Научными руководителями этого эксперимента стали академик В.Е. Фортов и профессор Г. Морфилл, директор Института внеземной



В.Е. Фортов около глубоководного аппарата “Мир”

физики Общества Макса Планка. Подготовка и постановка эксперимента осуществлялись ИТЭС ОИВТ РАН с участием Института внеземной физики (Германия) и Ракетно-космической корпорации “Энергия”. Эксперимент поддерживался Германским космическим агентством (DLR) и Министерством промышленности, науки и технологий Российской Федерации.

Далее своими воспоминаниями о В.Е. Фортове поделился академик РАН **В.Н. Пармон**. По его словам, сердце Владимира Евгеньевича Фортова принадлежало Институту высоких температур РАН и Черногловке. Тем не менее он был своим и для Сибирского отделения Российской академии наук, сотрудничал с Институтом теплофизики, Институтом теоретической и прикладной механики и другими сибирскими институтами, которые занимаются энергетикой.

В.Н. Пармон припомнил, что его первые научные контакты с Владимиром Евгеньевичем относятся к началу 1990-х годов: в то время предметом интереса Фортова стал аэрогель — “твёрдый воздух”, который производился в Институте катализа Сибирского отделения. Аэрогель — это материал, который в несколько раз легче пробки, а значит, в экспериментах его можно использовать, чтобы концентрировать ударные волны. До разговора с Пармоном Фортов считал, что аэрогель производится только за рубежом, в действительности самым крупным производителем был новосибирский Институт катализа.

После первого научного контакта установилось тесное взаимодействие — и официальное, и неформальное — в те годы, когда Владимир Евгеньевич был председателем РФФИ, затем министром науки и технологий, вице-премьером, академиком-секретарём, президентом Академии наук. С 2010 г. Фортов и Пармон работали в Научно-консультативном совете Фонда “Сколково” в кластере энергоэффективных технологий. Общие интересы — энергетика в любом виде, организация науки, научные байки и юмор — у Владимира Евгеньевича был очень острый язык, а также путешествия. В.Н. Пармон вспомнил, как в апреле 2015 г. в Калининграде Фортов сказал: “Валентин, мы с тобой счастливые люди! Нам выпало время, в которое мы могли нормально заниматься наукой”.

Критически важную роль В.Е. Фортов сыграл в жизни Сибирского отделения в 2014 г., в годы лихих реформ науки, когда вследствие непродуманной позиции руководства отделения был сделан шаг, который мог вывести институты Новосибирского Академгородка из системы Академии наук. Пармон попался Владимиру Евгеньевичу что называется под горячую руку и тот сказал: “Меня выбрали президентом РАН для того, чтобы я сохранил единство академических институтов. Выходу любого института из-под крыши РАН буду жёстко противодействовать”. И ему это удалось.

В 2009 г. Владимир Евгеньевич работал в Комиссии по расследованию причин аварии на Сая-

но-Шушенской ГЭС, много сделал для объективной оценки этого трагического события. А в 2010 г. он стал участником Международной экспедиции на озеро Байкал, погружался на дно Байкала на глубоководном аппарате “Мир” вместе с членом-корреспондентом РАН А.К. Тулохоновым (академик РАН с 1916 г.) и Героем России А.М. Сагалевичем. В 2014–2015 гг. Владимир Евгеньевич оказал огромное содействие старту крупнейшего научного инфраструктурного проекта в Сибири — созданию Национального гелиогеофизического комплекса РАН вблизи Байкала.

Критической точкой для развития Сибирского отделения, отметил В.Н. Пармон, стало 8 февраля 2018 г., когда в Новосибирском Академгородке состоялось заседание Совета по науке и образованию при Президенте РФ в присутствии В.В. Путина. Как всегда, Владимир Евгеньевич принял активное участие в обсуждениях и, в частности, заявил: “Надо обязательно продвигать программу радикальной дебиюрократизации науки”. О дебиюрократизации науки Фортов говорил и на встрече с Президентом РФ Д.А. Медведевым в 2010 г. в связи с созданием Фонда “Сколково”.

В памяти сибиряков, заключил В.Н. Пармон, Владимир Евгеньевич Фортов навсегда останется таким, каким он был, — умным, жизнерадостным, острым на язык, беззаветно преданным науке.

По словам академика РАН **В.Е. Захарова**, известие о том, что Владимир Евгеньевич ушёл из жизни, стало невероятным событием, с которым невозможно смириться.

Академик Фортов обладал весьма редким в учёном мире качеством — это был человек государственный в высшем смысле этого слова. Он прекрасно разбирался в том, как работает государственная машина. И это понимание он применил, когда наша наука оказалась в крайне трудном положении. Он стал сознательно добиваться высших государственных постов и проявил себя на этих постах чрезвычайно достойно и эффективно. Он был председателем РФФИ — и при нём РФФИ расцвёл. Он был министром науки и технологий — и при нём финансирование науки существенно увеличилось. На любом посту он делал максимально возможное. Конечно, его самостоятельность, готовность служить делу не всем нравились, поэтому ему не позволили переизбраться на следующий срок. Но теперь академией руководит человек, которого Фортов горячо рекомендовал. В.Е. Захаров выразил пожелание ещё раз почтить память удивительного светлого и такого многогранного человека.

Ещё одну сторону деятельности В.Е. Фортова, связанную с внедрением полученных фундаментальных научных результатов в практику, осветил академик РАН **В.Г. Бондур**. По его словам, Владимир Евгеньевич очень серьёзно занимался инно-

вациями, у него был свой подход к тому, как внедрить полный инновационный цикл. Неслучайно он был председателем Совета по приоритету “Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации”, который предполагает формирование комплексных программ и проектов полного инновационного цикла. Благодаря настойчивости и мудрости Фортова именно его совет стал, несмотря на все бюрократические преграды, организатором первых комплексных программ, которые получили одобрение руководства страны, и на их основе правительство сформировало такие программы и проекты, как, например, “Нефтехимический кластер”, “Чистый уголь — зелёный Кузбасс”.

Огромен вклад Фортова в такую инновационную и практически значимую наукоёмкую отрасль, как энергетика, подчеркнул Бондур. Большое внимание Владимир Евгеньевич уделял проблеме распределённой энергетики, что крайне актуально для нашей страны. В качестве примера интересного проекта Бондур привёл газотурбинные установки большой и малой мощности, потребность в которых особенно ощущается в удалённых районах Российской Федерации. Владимир Евгеньевич предложил очень интересный проект — газотурбинные установки мощностью 30 кВт и больше: эта ниша свободна, нигде в мире не производятся такие агрегаты.

Огромное внимание Фортов уделял оборонной безопасности нашего государства, и его достижения здесь необычайно велики. Он входил в Координационный совет Федеральной службы безопасности РФ, где его разработки используются для борьбы с терроризмом, с беспилотными летательными аппаратами; он активно занимался физикой взрыва и целым рядом других направлений, имеющих прямое отношение к обороноспособности страны. Его уважали руководители силовых ведомств. Память о Владимире Евгеньевиче Фортове сохранится надолго ещё и потому, что его замечательные научные достижения будут внедряться на протяжении долгого времени, заключил В.Г. Бондур.

Закрывая заседание, президент РАН **А.М. Сергеев** напомнил: в 1990-е годы за короткий период пребывания во власти Владимир Евгеньевич Фортов сделал очень многое, чтобы в новых условиях наука продолжала развиваться. В 1996 г. был принят закон о науке, по которому мы живём до сих пор, и это заслуга Фортова. Именно в этом законе было прописано финансирование науки на уровне 4% ВВП — как целевая задача. К сожалению, в нулевые годы эта цель не была достигнута. Но нужно понимать: Фортов непреклонно отстаивал свою позицию и сумел включить этот показатель в самый высокий документ о регулировании науки в стране. Несмотря на ухудшение обеспече-

ния науки в целом, академический сектор получил в те годы существенное увеличение финансирования. И то, что РФФИ как инструмент поддержки научных исследований был поставлен на рельсы, сыграл выдающуюся роль в сохранении науки в нашей стране, тоже в большой мере заслуга Фортова. Там, где не хватало финансирования, где разваливались научные школы и институты, учёные могли обратиться за поддержкой, получить гранты, чтобы пережить сложное время, подчеркнул А.М. Сергеев.

В.Г. Бондур уже говорил, как Владимир Евгеньевич работал в последние годы на посту руководителя научного приоритета по энергетике. С огромным энтузиазмом Фортов взялся за проведение слушаний по Совету по энергетике — по-видимому, это был самый активно работающий совет. Например, к участию в обсуждении проекта “Чистый уголь — зелёный Кузбасс” он пригласил С.Е. Цивилёва, губернатора Кемеровской области, и проекту был

дан мощный толчок — это первый КНТП, который приняло Правительство РФ.

Конечно, последний год оказался для Владимира Евгеньевича непростым, ему тяжело было приходить в президиум — и морально, и физически. Тем не менее свойственная ему самоирония позволяла ему быть выше обстоятельств после того, как ему не удалось выйти на выборы в президенты Российской академии наук.

Владимир Евгеньевич Фортов, крупнейший учёный и организатор науки, сыграл важнейшую роль в трансляции научных достижений в практику, в экономику. Он — значительная величина не только в академической среде, но и стойкий борец за идеалы российской науки на государственном уровне. На этой высокой ноте завершились выступления, посвящённые памяти выдающегося учёного современности.