

15.2. Разработка нового технического типа сильноточного бетатрона

Со следующего дня я уже числился в группе А. И. Павловского, с которым до этого неоднократно встречался и разговаривал, знал многое о нем и о проводимых в его коллективе исследованиях. Общался со всеми сотрудниками его группы. Тем не менее А. И. напомнил мне о составе коллектива и о сути проводимой работы, актуальности ее для основной тематики КБ-11, о разрабатываемых новых узлах, распределении участков работ по исполнителям. Основная часть группы располагалась в другом домике, но касательно меня было решено, что я остаюсь на прежнем месте из-за отсутствия возможности размещения там. Здесь же находились еще два инженера – Г. Д. Кулешов и Г. В. Склизков. Так как я знал о предстоящем моем переводе в группу А. И., то постоянно интересовался проводимыми в ней расчетно-экспериментальными исследованиями, посещал тот домик, разговаривал на бетатронную тему с Кулешовым и Склизковым, с которыми у меня сразу сложились хорошие товарищеские отношения (о Г. Д. и Г. В. см. ниже). Поэтому, когда А. И. стал вводить меня более детально в курс дел, то я не только слушал его, но и вступал в дискуссию по ряду узлов и вариантов их устройства.

Кратко представлю проблему, которую решала группа. Начальник Научно-технического управления Минсредмаша А. К. Круглов пишет в книге [32], что «... в 1947 году в КБ-11 были впервые определены схема атомной бомбы и ее размеры. Верхний ее слой представлял собой сферический заряд из химического взрывчатого вещества (ВВ) в виде фокусирующих элементов, одновременно инициируемых детонаторами в 32 точках по наружной поверхности. Элементы преобразовывали детонационные волны в одну сферически сходящуюся. Внутри заряда ВВ должен был вставляться алюминиевый шар с плутониевым зарядом в центре. Для расчета работы изделия необходимо было знать поведение и характеристики делящихся и конструкционных материалов при воздействии на них ударных волн, сжимающих материалы и создающих давление до миллионов атмосфер. В КБ-11 началось с 1947 года под руководством К. И. Щёлкина изучение ударной сжимаемости за микросекундные времена необходимых материалов. С этой целью стали создаваться приборы и установки для измерения скоростей детонационных и ударных волн, их амплитуд и форм импульсов, состояния материалов и деталей в определенные моменты времени их сжатия».

Наиболее прямую и наглядную информацию в экспериментах давала импульсная рентгенография. Рентгенограммы позволяли определять положение деталей и измерять их размеры в различных временных фазах взрывного сжатия, фиксируемых короткой вспышкой рентгеновского (тормозного) излучения на рентгеновской пленке [33]. В период с 1947 по 1955 годы под руководством В. А. Цукермана разработана серия импульсных рентгеновских установок на энергию ускорения электронов до 2 МэВ, позволяющих регистрировать газодинамические процессы на малых моделях и макетах ядерных зарядов из срав-

нительно легких материалов [34]. Посредством этих установок изучалась и отработывалась газодинамика первого отечественного атомного заряда РДС-1с, скопированного по разведывательным данным с американского заряда и взорванного в 1949 году на Семипалатинском полигоне, а также последующих атомных и термоядерных зарядов, создаваемых уже по идеям советских ученых. Возможности газодинамических экспериментов существенно расширились с введением в строй в 1957 году созданного в Харьковском физико-техническом институте специально для КБ-11 линейного высокочастотного ускорителя ЛУЭ-5 на стоячей волне, ускоряющего пучок электронов до энергии 5 МэВ с током около 10 А длительностью 0,2 мкс и фокусирующего его до диаметра 3 мм на мишени [35, 36]. С применением ЛУЭ-5 получены новые важные результаты, и их «вклад» в понимание процессов внутри «труднодоступных» газодинамических изделий, которое было приобретено в то нужное время, невозможно переоценить [36]. Однако эксплуатация ускорителя являлась трудоемкой и достаточно сложной из-за надобности обеспечить синхронную работу (сфазировать) 12 генераторов на частоте 137 МГц мощностью по 100 кВт каждый, накачивающих электромагнитную энергию в два резонатора, представляющих собой как бы укороченные паровые котлы паровозов. Эти генераторы часто вели себя как «стадо диких мустангов», и заставить их совместно генерировать энергию в нужном режиме было трудоемко и сложно. Тем не менее задача повышения просвечивания больших толщин материалов и увеличения разрешающей способности (разницы толщин) оставалась актуальной. Ее можно было решить ростом в первую очередь энергии ускорения электронов до 30–100 МэВ. Эта проблема начала разрешаться с применением более простых высокоэнергетических источников, и ЛУЭ-5 демонтировали в 1965 году.

В качестве новых источников тормозного субмикросекундного излучения Павловский в 1954 году предложил использовать для целей импульсной рентгенографии быстротекущих процессов жесткое тормозное излучение (до десятков мегаэлектронвольт), генерируемое циклическим индукционным ускорителем электронов – бетатроном, точнее, одной из его модификаций – сильноточным «безжелезным» (без ферромагнитного сердечника) бетатроном, который требовалось еще создать.

Идея индукционного ускорения электронов запатентована в США Дж. Слепяном в 1922 году. Однако первый действующий бетатрон для ускорения электронов с массивным ферромагнитным сердечником построил только в 1941 году английский ученый Д. В. Керст. В бетатроне пучок электронов, движущихся по стационарной круговой орбите с радиусом R_0 , ускоряется вихревым электрическим полем, возбуждаемым переменным магнитным потоком, пронизывающим площадь круга внутри этой орбиты. На орбите электроны заворачиваются по кольцу ведущим магнитным полем и им же удерживаются. Устойчивость частиц относительно малых отклонений от орбиты обеспечивается специальным пространственным распределением магнитного поля: оно должно достаточно

медленно спадать по радиусу в некоторой окрестности орбиты, называемой областью устойчивости. При малых отклонениях электронов по радиусу и высоте от орбиты возникают возвращающие силы, величина которых пропорциональна отклонению. Движение в поле таких сил носит колебательный характер (бетатронные колебания). Темп ускорения задается скоростью изменения магнитного поля и обычно лежит в пределах 1–100 вольт/оборот, а энергия, до которой ускоряются электроны, порядка десятков МэВ (был сделан бетатрон и на 300 МэВ), при этом электрон пробегает на орбите расстояние в сотни километров. Для того чтобы предотвратить потерю пучка из-за рассеяния на молекулах газа, ускорение ведется в вакуумной камере. Процесс начального формирования кольцевого пучка электронов на орбите называется инжекцией. Предварительно ускоренные в специальном устройстве – инжекторе – электроны впрыскиваются в ускорительную камеру вблизи границы области устойчивости при достижении на R_0 определенной величины индукции ведущего магнитного поля. В соответствии с законами движения заряженных частиц в стационарном магнитном поле электроны, испущенные инжектором, должны на него вернуться. Чтобы этого не произошло, реализуется специальный переходной процесс – захват электронов в ускорение. Пучок ускоренных в бетатроне электронов используется для генерирования тормозного излучения или они выводятся в атмосферу. В первом случае пучок направляется на расположенную в ускорительной камере мишень из материала с большим зарядом ядра (обычно это вольфрам или тантал), торможение электронов в которой сопровождается генерированием жестких квантов, испускаемых в направлении падения электронов на мишень и используемых для рентгенографирования оптически непрозрачных объектов.

В традиционном бетатроне электромагнит выполняется в виде ферромагнитного сердечника (с массой от единиц до десятков тонн) из тонколистового качественного электротехнического железа, обеспечивающего концентрацию магнитного поля в межполюсном пространстве, где и размещается вакуумная камера с ускоряемым пучком. Максимальная энергия ускорения (и в некоторой степени значение ускоряемого тока, достигаемого 0,1–0,3 А) электронов в таком бетатроне ограничена индукцией насыщения железа сердечника, а темп ускорения – вихревыми токами в сердечнике и его нагревом.

В безжелезном бетатроне эти ограничения отсутствуют и темп ускорения может достигать десятков киловольт/оборот, а ускоряемый ток – десятков и сотен ампер. Поэтому идея создания такого генератора интенсивных импульсов проникающего излучения представлялась весьма привлекательной. Пространственное распределение магнитного поля можно было сформировать выбором конфигурации токонесущих витков, образующих электромагнит. Подобный бетатрон должен быть простым, компактным и удобным в эксплуатации устройством, позволяющим получать электроны с энергией до нескольких десятков МэВ. Кинетическая энергия электронов эффективно конвертируется в энергию направленного тормозного излучения, а спектральный состав его квантов благоприятен

для просвечивания плотных и толстых материалов, причем доза излучения не зависит от длительности импульса. Малые размеры бетатрона позволяли размещать его в небольшом защитном от взрывов сооружении.

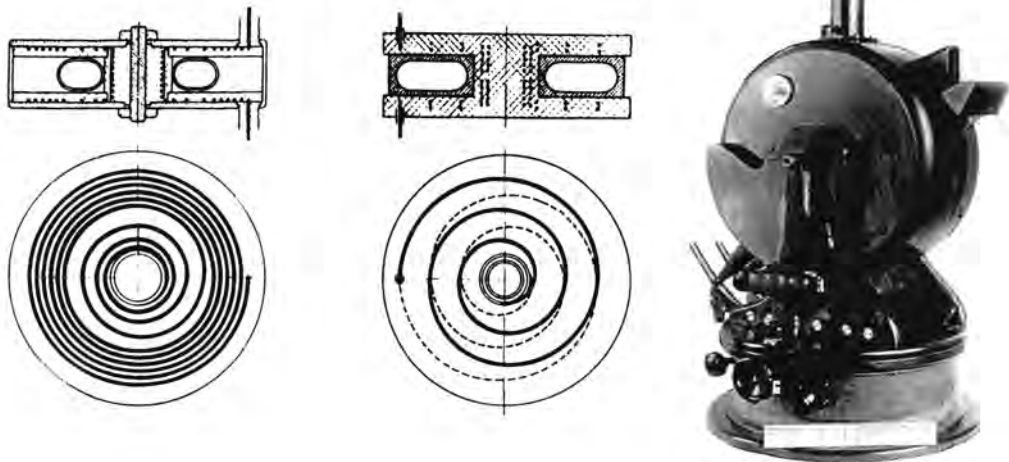
Главная проблема, которую следовало решить, это увеличение на два-три порядка тока циркулирующих в бетатроне частиц по сравнению с характерным для бетатронов того времени уровнем. В группе А. И. Павловского при активной поддержке начальника отдела Ю. А. Зысина начались расчетные и экспериментальные работы по созданию элементной базы и, в первую очередь, электромагнита для оригинальных малогабаритных импульсных циклических ускорителей.

Однако начало таких работ означало посягательство на мнение крупнейших ученых СССР и мира, утверждавших, что безжелезный бетатрон до сих пор никем не создан и сделать его нельзя, а циклические ускорители вообще не пригодны для импульсной рентгенографии. И это тем более, что недавно большой коллектив ученых фирмы «Philips» закрыл данное направление, не сумев в течение многих лет разработать безжелезный бетатрон. Невозможность создания такого бетатрона активно отстаивал пользующийся большим авторитетом в КБ-11 доктор технических наук В. А. Цукерман. Он консультировался у главы «ускорительщиков» СССР академика В. И. Векслера (широко известного предложенным им в 1944 году принципом автофазировки, позволяющим преодолевать «релятивистский барьер» ускоряемых частиц, руководителя разработки электронных синхротронов на 30 и 250 МэВ, протонного синхрофазотрона на 180 МэВ и 10 ГэВ и др.) и его отрицательное мнение неоднократно высказывал научному руководителю КБ-11 академику Ю. Б. Харитону. Дополнительным доводом служила и якобы напрасная трата немалых материальных средств страны, продолжающей еще восстанавливать разрушенное войной народное хозяйство. Но главным было, конечно, то, что развитие под руководством В. А. Цукермана рентгеновских генераторов на основе ускорителей прямого действия может затормозиться. Конкурентов и в науке мало кто терпит. Однако Павловский находил все новые физические и технические доказательства реальности создания нового бетатрона, доводил это до Зысина, вместе с которым затем убеждал Ю. Б. Харитона. Научный руководитель после детального ознакомления с этими идеями и предложениями, а также личной убежденности в отсутствие принципиальных физических и электротехнических ограничений разработки ускорителя разрешил проведение соответствующих исследований и опытно-конструкторских работ, дал указание выделить для этого направления инженеров и рабочих, обеспечить его материально-технически. При изучении вопроса о бетатроне Ю. Б. явно исходил из уясненного им в Кавендишской лаборатории Э. Резерфорда (Англия) принципа, что «... нужно в 10 раз знать больше о явлении, чем это непосредственно необходимо для использования в сиюминутных практических целях».

Первоначально в группу Павловского входили инженер Г. М. Антропов, препараты А. П. Клементьев, В. О. Кузнецов, Ю. М. Быков, а с 1955 года – инженер К. И. Яковлев, дипломник МГУ Г. Д. Кулешов, ставший в этом же году

инженером, техник В. Г. Вершинин, препараторы В. В. Артемов, В. А. Мишин и Е. Г. Дубинов, с 1956 года – инженер Г. В. Склизков. Предстояло создать: собственно ускоритель с электромагнитом, ускорительной камерой, инжектором и мишенью; системы импульсного питания узлов ускорителя; стенды и измерительную аппаратуру для экспериментальной отработки и оптимизации устройств; пульта ручного и автоматизированного управления, коммутационную технику и многое другое. Начатые расчетные и экспериментальные работы проводились очень интенсивно, обычно в несколько смен, иногда круглосуточно. (Так велась тогда все виды исследований в подразделениях КБ-11. На часы, как правило, никто не смотрел, чтобы узнать формальный конец рабочего дня. Главным было получение запланированного на сегодня результата.) Но развивались бетатронные работы в связи с вышеизложенным в несколько нервной обстановке, не хотелось получить отрицательного результата. Правда, это продолжалось только до первых обнадеживающих успехов (во втором полугодии 1955 года).

Самой сложной задачей являлась разработка малоиндуктивного электромагнита, формирующего осесимметричное бетатронное поле с большим объемом области устойчивости и очень малыми азимутальными и осевыми неоднородностями поля. Долго пытались создать такое поле серией кольцевых витков в один или несколько слоев с общим током в них. Для этого витки соединялись радиальными переходами последовательно, а конфигурация их расположения определяла изменение магнитного поля по радиусу и высоте. Питание витков током синусоидальной формы с регулируемой частотой производилось от нескольких типов специально созданных мощных генераторов. Измерение распределения величин магнитных полей проводилось миниатюрными многовитковыми вращающимися индукционными датчиками. Подбор теоретически и экспери-



Витки обмотки бетатрона и вид макета бетатрона БИМ-3

ментально требуемого расположения витков – задача весьма трудоемкая, особенно учитывая, что во время создания ускорителя единственным вычислительным средством, доступным разработчикам, были арифмометры и логарифмические линейки. Оптимизация распределения велась главным образом экспериментальным подбором геометрии системы кольцевых витков с измерением полученного распределения магнитного поля. Радиальные соединения смежных витков являлись источником возмущений структуры поля, нарушающих захват электронов в ускорение и последующий набор ими энергии.

Ключевым моментом конца 1955 года стало создание концепции безжелезного электромагнита с переходом от радиальных соединений витков к распределенным по углу, то есть к спиральной конструкции обмотки. Общее же устройство электромагнита определилось зеркальным размещением на определенном расстоянии двух малоиндуктивных спиральных плоских катушек, формирующих главным образом ведущее бетатронное поле, и центрального соленоида, соединяющего эти катушки и индуцирующего вихревое ускоряющее поле. Такая конфигурация электромагнита обеспечила большие размеры области устойчивого ускорения электронов – $r/R_0 \gg 0,7$ и $z/R_0 \gg 0,6$, где r и z – соответственно радиальный и осевой размеры области устойчивости по отношению к радиусу равновесной орбиты R_0 , и потому большой захватываемый в ускорение заряд инжектируемых электронов.

Ю. Б., часто приезжавший непосредственно на место работ знакомиться с ходом бетатронных дел, явно радовался вместе со всеми решению главной проблемы оригинального ускорителя. Да это и понятно. Не являясь специалистом в области ускорительной техники, он взял на себя смелость дать однозначную команду проводить исследования по разработке нового бетатрона в противовес существующего у мирового научного сообщества отрицательного мнения по данному направлению работ. По-видимому, вопросы собственного престижа беспокоили сильно и его.

На основе успешных результатов макетных и модельных проработок узлов решено было форсировать создание к концу 1956 года первой действующей установки, названной БИМ-2, что расшифровывалось как «бетатрон импульсный малогабаритный». Такая аббревиатура присваивалась в дальнейшем всем разновидностям бетатронных установок. Для БИМ-2 нужно было создать варианты инжекторов, мишенный узел, систему сброса на мишень ускоренных электронов, освоить технологию изготовления вакуумных бетатронных камер («бубликов») с нанесением на их внутреннюю поверхность крепко сцепленных со стеклом камеры проводящих слоев с заданными свойствами, создать мощную конденсаторную систему питания электромагнита, сильноточную коммутационную технику, комплекс измерительной аппаратуры, пульт управления работой установки и др.

И, действительно, к концу 1956 года была смонтирована первая демонстрационная бетатронная установка. На ней сравнительно быстро отладили совмест-

ное синхронное срабатывание по требуемой временной программе всех узлов и получили устойчивый захват инжектируемых электронов в ускорение с последующим их доускорением в течение всего цикла до момента сброса на мишень. Был выполнен широкий комплекс экспериментальных исследований по возможностям таких ускорителей, подтверждены теоретические, расчетные и конструкционные решения, заложенные в проект установки. Это был оглушительный успех всей группы и триумф Александра Ивановича и начальника отдела Ю. А. Зысина, всегда верившего в успех этого начинания. Но нужно было расширять фронт исследований по повышению надежности и ресурса оборудования, стабилизации его характеристик, уточнению режимов функционирования и т. д.

Положительные результаты испытания БИМ-2, на которых неоднократно присутствовал Ю. Б. и другие руководители предприятия, позволили приступить с начала 1957 года к созданию первой для реальных газодинамических исследований бетатронной установки БИМ-3 с привязкой ее оборудования к помещениям имеющегося защитного каземата на внутренней полигонной площадке и надеждой в перспективе на возможность более быстрого и точного получения новых и важных результатов при газодинамическом изучении и обработке основных изделий КБ-11.

На фоне этих успехов группы Павловского и появился в ней я. Теперь, когда понятнее стала решаемая задача, вернусь к первому разговору с А. И., изложенному в начале этого раздела. Через некоторое время он произнес: «Насколько я понимаю, ты уже многое представляешь о наших делах. Поэтому от вводного курса перехожу к сути, а именно, к поручаемой тебе разработке. Ты уже заканчиваешь институт и будешь заниматься дипломной работой. Мы сейчас работаем над созданием инжекторов следующего, более высоковольтного поколения. В настоящее время имеется инжектор только на энергию не выше 50 кэВ, разработанный Кулешовым. Однако мы считаем, что чем выше энергия инжектируемых электронов, тем больший общий заряд их захватывается в ускорение и потому сильнее становится циркулирующий ток, а следовательно, возрастают доза тормозного излучения и толщина просвечиваемого материала. Посему очень нужен надежно функционирующий инжектор электронов на энергию 150 кэВ, а затем и до 300 кэВ и точно синхронизируемые с началом процесса их захвата и ускорения мощные источники соответствующего ускоряющего напряжения. Эти устройства, обоснование их выбора, расчеты, конструкция, характеристики и конкретное применение в бетатроне и станут темой твоего дипломного проекта. Ты сейчас изучи отечественные и иностранные публикации по этим вопросам, составь письменный обзор, определись с вариантами устройств инжекторов и источников напряжения, которые потом надо будет экспериментально исследовать, а через месяц мы заслушаем твой доклад на эту тему в группе или отделе и примем конкретные решения. Тем не менее ты не заикливайся на данном направлении, заходи на все участки, будь постоянно в курсе общих дел. Тормози при необходимости Кулешова, Склизкова и меня».

Обзор я оперативно написал и оформил, определился с дальнейшими экспериментальными исследованиями по вариантам инжекторов и генераторов импульсов ускоряющего напряжения для них, сделал доклад в кабинете у Ю. А. в присутствии инженеров и научных сотрудников отдела и получил одобрение на развитие этих работ. Но темой моей дипломной работы они не стали (см. ниже).

По-видимому, для дальнейшего описания хода дел в группе А. И. следует кратко представить некоторых ее сотрудников из первого состава, оставивших значительный след в моей памяти.

Геннадий Михайлович Антропов (принят в КБ-11 в 1953 г.) – высокий стройный мужчина, был всегда серьезен, малоразговорчив и озабочен ходом своих и общих дел. Он чаще других составлял уравнения и проводил математические расчеты, быстро крутя ручку арифмометра, анализировал распределение магнитных и электрических полей в системах витков применительно к разработке электромагнита бетатрона, обобщал и обрабатывал экспериментальные данные по измерению полей, сам участвовал в постановке и проведении этих измерений. Г. М. уделял много внимания созданию методов измерений и повышению их точности, а также обучению выполнения экспериментов и расчетов на арифмометре препараторов Клементьева и Кузнецова, затем – Мишина и техника Вершинина. В связи с изложенным отношением Г. М. к делу никто никогда не заводил с ним разговоров на посторонние темы, а – только изредка по текущим рабочим вопросам. В конце 1956 года, когда Г. М. с успехом занимался подбором распределения витков электромагнита в виде непрерывной спирали, возникли какие-то непредвиденные неприятные обстоятельства у его родителей, потребовавшие постоянного присутствия там Г. М., и он по его личной просьбе был переведен в другую организацию. Зысин и Павловский сильно жалели об уходе ценного специалиста.

Очень ярким (не имеется в виду рыжая кудрявая шевелюра) по знаниям, оригинальности мышления и поведению, а также степени юмора и всяких розыгрышей, был Кирилл Иванович Яковлев (1928 г. р.). После окончания с отличием Ленинградского электротехнического института им. Ульянова (Ленина) по специальности «инженер-электрофизик» он в начале 1952 года был направлен на работу в КБ-11 и считался здесь высококвалифицированным специалистом в области автоматики, релейной техники и электроники. Поэтому ему после перевода в 1955 году в группу Павловского поручались разработки узлов именно такого профиля. Он активно участвовал в разработках и исследованиях, но чувствовалось, что с А. И. отношения у него постоянно натянутые. Однажды одну из шуток К. И. руководство посчитало чрезмерной, и Яковлеву официально объявили (в конце 1955 года) строгий выговор с занесением в личное дело. Правда, вслед за этим его перевели в старшие инженеры (!) с окладом 1800 руб. + 75 % к окладу (тогда прибывшим по направлению в КБ-11 надбавка к окладу составляла от 50 до 100 %, местные называли таких бобрами, так как, занимая аналогичные должности, они этих добавок не получали). К. И. прославился среди препараторов тем, что, будучи членом комиссии по проверке знаний у рабочих на повы-

шение им разрядов, задавал обычно вопросы не по программе, а на смекалку. Как-то я оказался свидетелем такой сцены. Проверяемый ответил все четко на программные вопросы. И тут К. И. вдруг просит экзаменуемого рассказать об электрическом токе в сети с частотой 50 Гц. Препаратор объяснил работу электрогенератора, сказав, что в один полупериод ток идет в одном направлении в проводах, в следующий полупериод – в противоположном. Тогда Яковлев спросил, а каким током питаются моторы у трамвая. «Переменным», – сразу последовал ответ. – «Тогда поясни, почему же трамвай едет только в одну сторону, а не дергается вперед и назад, если ток течет то в одну сторону, то – в обратную?» Это вопрос поставил проверяемого в тупик, и он не смог рассказать о работе электромотора с использованием принципа бегущего магнитного поля в катушках обмотки статора. А главное, препаратор неправильно назвал запитку тягового двигателя у трамвая от сети переменного тока; реально она производится от контактного провода с постоянным током. Но это незнание не повлияло на положительную оценку знаний экзаменуемого. В конце 1957 года, не сработавшись с Павловским, К. И. попросил перевести его в другой отдел, что и было сделано, а в 1960 году он уехал на работу в Химки.

Александр Павлович Клементьев родился в 1934 году в близкорасположенной от «объекта» деревне Рузаново. После окончания семи классов был принят в 1952 году в КБ-11 препаратором в группу Павловского. Будучи с детства приученным к сельским и колхозным работам, оказался очень трудолюбивым и любознательным. Никогда до этого он не видел представленные здесь приборы и оборудование, а также процессы проведения экспериментальных исследований, т. е. всего того, что поражало его здесь в группе. Поэтому он, не стесняясь своей деревенской неосведомленности, постоянно расспрашивал обо всем у более опытных сотрудников. Эти качества Александра очень понравились Павловскому, который стал своего рода «отцом-опекуном» молодого рабочего, постоянно проявляя заботу о нем как в житейском плане, так и в плане его квалификации. Саша тоже платил искренней сыновней любовью А. И., восхищаясь его знания-

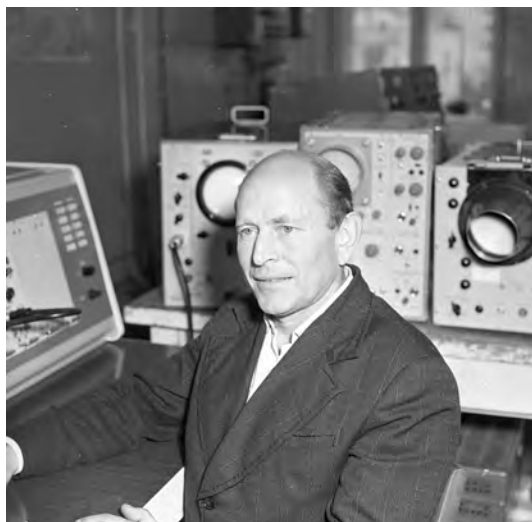


А. П. Клементьев

ми и жизненным опытом. Вначале Саше не поручались самостоятельные дела, а подключали его в помощь кому-то, назначали на работу в любую смену. Он на это не обижался, обучался и схватывал все новое. Впоследствии такой метод «натаскивания» молодого сотрудника оказался очень полезным, ибо, обладая неплохой памятью, Саша вскоре стал знающим лаборантом. Особенно ценил его за эти качества Г. М. Антропов и просил обычно А. И. дать ему в смену именно этого сотрудника. «Отец» заставил «сына» повторить школьный материал и сдать вступительные экзамены в вечерний политехникум, который Саша закончил в 1956 году. После этого он поступил на вечернее отделение МИФИ-4, закончил его в 1963 году по специальности «инженер-физик» по автоматике и электронике, работал инженером и старшим инженером в моей научно-исследовательской группе, стал сам начальником группы по созданию нового типа сильноточных линейных импульсных ускорителей (см. раздел 15.3) и затем работал на одном из таких ускорителей ЛИУ-10 по применению его для физических и радиационных исследований. Мы с Александром очень подружились, будучи деревенскими жителями и периодически ностальгируя по тем давним сельским временам; наши дочери были одногодками и тоже нашли общий язык, мы выезжали на автомашинах в выходные дни за зону на рыбалку и отдых на Мокшу. Я и Саша вместе получали в Кремле Ленинскую премию в 1982 году. Однако после внезапной смерти А. И. Павловского нашелся один давний наш знакомый, любитель алкоголя, который понял, что возможно употреблять его за счет Клементьева, и стал очень аккуратно, но систематически, втягивать его в выпивку. Саша начал употреблять спиртное практически ежедневно, это привело к распаду его семьи. Мои неоднократные попытки образумить Александра, настроить его на здоровый лад жизни никак не действовали. Он позаимствовал откуда-то лозунг «однова живем», трактуя его так, что ограничивать себя ни в чем нельзя, а надо делать то, что в данный момент хочется душе и телу. Это, к сожалению, и сгубило его в 1994 году.

Виктор Осипович Кузнецов родился в 1928 году в селе Автодеево Горьковской области. Закончил семь классов, затем – курсы шоферов. В 1948 году был принят на работу в КБ-11 водителем на автобазе. В 1952 году В. О. поступил учиться в вечерний политехникум и после двух лет учебы был переведен преподавателем в группу Павловского. Он очень серьезно к этому отнесся, понимая, что для продвижения по службе надо постоянно обучаться всему новому, не отвлекаясь на посторонние цели. И этому правилу начал твердо следовать, даже бросил курить. Г. М. Антропов сразу оценил практическую хватку и трудолюбие В. О. и, не считаясь со своим временем, стал готовить его теоретически и практически в значительной мере к самостоятельной постановке магнитных измерений, их проведению и обсчету на арифмометре. И Виктор в этой ипостаси серьезно преуспел. После откомандирования Г. М. с предприятия он считался квалифицированным специалистом по магнитным измерениям, выполнял их при возникающих надобностях как по уточнению характеристик распределения полей, так и по его коррекции путем добавления витков с током или поисков быстрых и медлен-

ных сбросов электронов на мишень в конце цикла ускорения. Техникум В. О. закончил, получил должность техника, затем – инженера. После развертывания с 1957 года работ по созданию первой гаммаграфической установки уже для полигонных применений В. О. стал как бы главным комплектовщиком оборудования, узлов и элементов, включая необходимое запасное их количество, участвуя в предварительной отработке их на требуемые электрические и ресурсные параметры (гаммаграфическими назывались бетатроны с целью подчеркивания более высокой граничной и средней энергии квантов спектра, чем в генераторах рентгеновского излучения на основе ускорителей прямого действия; тогда рекомендовалось называть излучение рентгеновским, если его граничная энергия до 1 МэВ, а при большей максимальной энергии – тормозным). По мере появления новых узлов из них компоновались системы и тоже проверялись при участии Виктора с подключением их к эквивалентам нагрузок.



В. О. Кузнецов

При полной комплектности узлов монтировались бетатронные установки сначала в лабораторных условиях создателей, настраивались и выводились на проектные выходные характеристики тормозного излучения, составлялись отчеты по конструкциям установок и результатам их испытаний (или только протоколы испытаний), особенностям устройства и эксплуатации, затем установки демонтировались и перевозились заказчику для практического использования. В. О. участвовал во всех стадиях работ, а после монтажа у заказчика уже становился главным представителем разработчиков, куратором и контролером правильности сборки оборудования и наставником нового персонала. В этих вопросах В. О. стал признанным авторитетом, появляясь сразу у заказчика при внезапном подозрении на какие-либо неполадки в работе узлов бетатронов. За ответственное и квалифицированное отношение к делу, большой практический опыт и успехи в работе В. О. был переведен в старшие инженеры. После переезда в 1975 году в Москву начальника бетатронной лаборатории Г. Д. Кулешова (см. ниже) В. О. работал в группе Ю. П. Куропаткина, который возглавил дальнейшее развитие и совершенствование этого типа сильноточных циклических ускорителей, в качестве «полномочного представителя» разработчика бетатронных установок до ухода на пенсию в 1991 году.

Будучи сельским жителем, Виктор с семьей (жена, сын и дочь) купил по приезду в зону частный дом с участком и с удовольствием занимался огородниче-

ством и садоводством. И даже когда ему дали квартиру в многоэтажке (да, были такие советские времена, когда квартиры предоставляли работникам ВНИИЭФ бесплатно!), он с весны до осени жил в этом доме. Высокий урожай давали вишня, малина, смородина, отменно вкусными были в его саду яблоки. Построил он и хорошую парную баню, в которую постоянно приглашал попариться. В. В. Артемов делал это регулярно, но я был в ней только два раза, отметив ее качественное обустройство. Очень любил Виктор рыбалку. Я в компании с ним и рядом других сотрудников отдела не раз выезжал на Мокшу. Виктор старался быстро развести костер, говоря обычно при этом: «Если мы отдыхаем дикарями, то разве они могут быть на природе без огня!». А после небольшого традиционного в таких случаях употребления горячительного (Виктор для ее начала произносил такую фразу: «Ну чего, народ? Рыба посуху не ходит!») становился сразу необычайно веселым и шепутным, запевал и заводил всех какой-нибудь песней из сельского репертуара (новых мелодий он не признавал) или старался улучшить «быт» на временном бивуаке, делал лавочки, подобие стола, притаскивал толстые чурбаки для поддержания огня вечером и ночью. Но особенно много рассказов об удачной рыбалке и пойманных больших экземплярах (не обходилось тут и без известных рыбацких преувеличений) можно было услышать от него после почти ежегодных поездок во время отпусков порыбачить с сыном на Волге в заливе за Саратовом со стоянкой в лесу у знакомого лесника на кордоне.

Однажды летом 1979 года раздался у меня утром телефонный звонок. Валерий (сын Виктора Осиповича, тоже большой любитель рыбной ловли) с обидой в голосе произнес, что собрался с отцом на Волгу, заготовил червей, снасти и еду, а отца задерживают срочные дела на работе, и потому не мог бы я, находясь в отпуске, составить ему компанию хотя бы на неделю. Я поговорил с супругой, и она согласилась поехать, попросив на сборы примерно три часа. С собой мы взяли дочь Марину и нашу овчарку. В этот же день я со своими попутчиками и Валерий с женой Валентиной тронулись на двух автомобилях «Жигули» в путь. Добравшись после ночевки до упомянутого залива на Волге, прежде чем ехать к кордону, вышли посмотреть на красивые лесистые берега залива, где предстоит нам отдыхать. Но, что это? Вода у берега кишела плавающей по поверхности рыбой, которую как будто накануне подравили здесь чем-то или оглушили взрывчаткой. Внезапно из леса выскочила ватага босых местных ребятишек, они и предупредили нас, что в этом году рыба тут вся заражена солитером, который разрастается в виде длинной ленты в «животе» рыбы, брюхо у нее раздувается, нырнуть в глубь она уже не может и потому плавает только у поверхности воды. Один из парней заскочил в воду, выкинул на берег большого пузатого леща, а другой тут же топнул по рыбине ногой, и из брюха на землю вывалился большой клубок шевелящейся желтоватой ленты солитера. Фу, какая гадость! Смотреть было очень неприятно. «Нет, мы тут не остаемся, – в один голос заголосили женщины. – Поехали поскорее подальше отсюда! Иначе заразимся сами и загубим собаку!» Я раскрыл крупномасштабную карту поймы за Волгоградом между Ах-

тубой и Волгой, и мы выбрали местом нашей следующей остановки большую деревню Полянка на берегу Волги примерно в 20 км от Ахтубинска. И тут же тронулись в путь, даже не заглянув к леснику. После ночевки переехали мост через Ахтубу и спросили на другом берегу в деревне дорогу до Полянки. Нам объяснили, что надо ехать, не сворачивая, по самой накатанной «трассе» до лесхоза, откуда на машинах возят древесину, и потому грунт сильно утрамбован. А в лесхозе надо еще раз спросить про дорогу. Примерно через пять километров мы увидели стоящую на берегу очередного ильменя (так местные жители называют многочисленные озера или низменности, заполненные после весеннего паводка водой) грузовую автомашину и дымок. Двое неспешно трапезничали около очажка. На вопрос о дороге до лесхоза и затем до Полянок пожилой мужчина ответил: «Не скажем, пока не посидите с нами у огонька». Пришлось подчиниться и представиться. Они тоже представились: молодой был шофером, а пожилой – экспедитором Волжского мясокомбината, закупающим в деревнях скот для производства колбас. Мы вынули наши припасы и тоже начали кормиться, пригласив и хозяев бивуака. После второй рюмки пожилой мужчина вдруг сообщил, что их пропуска для беспрепятственного проезда и выезда из поймы Ахтубы (документы были прикреплены изнутри к стеклам кабины), проезда по деревням и городам являются, вообще-то, прикрытием для вывоза браконьерской осетрины, балыка и черной икры «оптовым» покупателям, которые по договоренности в определенные дни приезжают в Волгоград. Есть два таких дельца и из Горького. Наши женщины, конечно, не могли сдержаться, чтобы тут же не спросить: «А что? У вас и сейчас есть балык и икра?» – «Конечно, есть. Хотите отведать?» Получив утвердительный ответ, один из них залез в кузов, достал эмалированное ведро с икрой и полиэтиленовый мешок с балыком. Мы, в том числе и наша собака, естественно, набросились на деликатес. В этот день дальше мы уже не поехали, заночевав у ильменя с нашими добрыми хозяевами. Они категорически не рекомендовали нам останавливаться в Полянках, объяснив это так: все мужчины там обязательно занимаются браконьерством, и они все потенциально преступники, только надо сначала их поймать с поличным. Так вот в Полянках началась с недавнего времени цепная реакция: многие стали писать заявления в милицию друг на друга о незаконном лове рыбы, переругались и передрались, около 40 мужчин пойманы с икрой и осетриной и уже отбывают срок в лагерях и тюрьмах. Поэтому надо ехать в деревню Громки тоже на берегу Волги. Там браконьеры пока очень дружные, один за другого стоят горой. Более того, там официально занимается ловом рыбы бригада во главе с бригадиром Павлом Лесницким, который одновременно является главным браконьером и поставщиком рыбных деликатесов. Что он таковой, знают партийные органы и прокуратура Волгограда и всех близлежащих районных городов и крупных поселков, рыбнадзор, лесоохрана. Павел всем им регулярно выплачивает «откупные». Поэтому вы езжайте через лесхоз в Громки, схему дороги мы нарисуем. Там обратитесь к Павлу и ежедневно будете с икрой и осетриной или любой другой рыбой, ко-

торую пожелаете. А если захочется молочных продуктов, то я дам еще адрес одной вдовы, моей хорошей знакомой. Обратитесь к ней от моего имени и будете получать молоко, сливки, творог. Можете и жить у нее или поставить палатки около дома на лужайке. Но лучше, пожалуй, вам остановиться на левом краю деревни, где протекает очень рыбный ерик, впадающий в Волгу, и есть отличный большой песчаный пляж. Там же начинается дубовый лес с обилием сушняка, образовавшегося от подмывания берегов и корней деревьев. Один раз зажжете такой дуб, и он будет гореть неделю. Не надо распалать керосинки и примусы для приготовления пищи.

Так мы и поступили. Утром, не спеша, собрались, любезно распрощались с нашими новыми гостеприимными знакомыми, обменялись адресами, в том числе на случай, если нас поймут на стане с запретной рыбой и понадобится выручка, и поехали в Громки. На окраине деревни мы увидели большую толпу мужиков и подумали, что случилось какое-то происшествие. Удивило и то, что не было среди них женщин. Подъехали, остановились, я вышел из машины и спросил, не нужна ли помощь на автомашине? «Требуется, – сказал один. – Но вряд ли ты поспособствуешь! В ближайшей деревне магазин тоже закрыт, да и похмельного товара в нем нет!» Оказалось, что эти мужики давно ждут открытия магазина, в который только вчера завезли местный дефицит – водку, и слух об этом быстро распространился по округе. (Тогда это был редкий товар, распределяемый по карточкам и служащий своего рода денежным эквивалентом расплаты за разные услуги, в том числе с рыбаками и рыбоохраной.) Посочувствовав мужикам (ведь мы-то везли с собой этот продукт), расспросили их про подъезд к Волге с дубами на берегу, переехали ерик через плотину с водосливом и подкатили к Великой Русской Реке. Красотища – необычайная! Широкая – примерно 2,5 км – Волга, яркое солнце с бликами на мелких волнах, много плывущих вдали в обе стороны больших и малых судов, желтый песчаный пляж, мощные дубы с зелеными мохнатыми шапками листвы (мочалки – на местном наречии), что немаловажно, под раскидистой кроной одного из дубов стоял добротный большой дощатый стол с таким же навесом над ним и со скамейками вокруг него на вкопанных столбах. Вокруг трава была примята от автомашин. Мы обрадовались такому месту (несколько досок мы с собой тоже прихватили для изготовления стола), походили вокруг в поисках возможных хозяев бивуака и решили обустроиваться. Начали разгружаться и устанавливать палатки. Скоро на столе разложили для завтрака еду, вскипятили чай на костре из нарубленных тонких дубовых сучьев. Внезапно раздался громкий голос: «А в гости можно?» – «Можно!» – дружно откликнулись мы. Из зарослей показались два молодых прилично одетых человека и медленно направились к нам. Поздоровавшись, один из них постучал кулаком по столбу и произнес: «Тук, тук. Кто там?». Второй ответил: «Сто грамм». Моя супруга сказала: «Давайте действительно выпьем и познакомимся. Вы садитесь, ребята. Не стесняйтесь. Стол большой». – «Вы нас неправильно приглашаете. Насидеться мы еще успеем. Вы нам скажите – присаживайтесь». – «Пожалуйста,

наши дорогие гости, присаживайтесь». – «Кто тут гости, надо разобраться!» – добавил один из мужчин. Позже мы уловили разницу в словах «садитесь» и «присаживайтесь» в приложении к оценке деятельности этих людей. Выпили, познакомились. Один из них представился инженером-технологом ткацкой фабрики в большом населенном пункте «Черный Яр» на противоположном берегу Волги, второй – офицером пожарной части того же поселка. «Вообще же, это вспомогательная наша работа. А основная – это «ахтиология», – добавил один. Мы все еще не понимали намеки этих людей, пока не завели разговор о рыбных деликатесах и, конечно, о черной икре. «А что? Икры хотите?» – спросил вдруг один из «ахтиологов» с оттенком пренебрежения в голосе к этому продукту. – Бери посуду и пошли», – обратился он ко мне. Я взял мелкую мисочку граммов на 300 для рыбной экзотики, соображая в уме, сколько же это будет нам стоить. «Это разве посуда?» – произнес гость. Он взял из багажника автомобиля кастрюлю литров на пять и направился в кусты. Я в сопровождении собаки тоже двинулся за ним. Оказалось, что в густых зарослях оборудованы и благоустроены две большие землянки. Ступеньки сделаны из досок, двери с навесными замками, стены обшиты строганными досками, лежаки с матрацами и постельным бельем, освещение – от автомобильных аккумуляторов. В одной из землянок стояли закрытые крышками и марлей семь эмалированных ведер. Хозяин снял крышку с одного ведра, второго, третьего... Они до самого верха были наполнены черной икрой. Никогда не думал, что я могу хотя бы стоять рядом с таким количеством этого дорогого продукта! Взяв одно из ведер, хозяин сыпанул из него в нашу кастрюлю почти до верха икры и, держа посуду в руках, зашагал обратно. Я и собака засеменили рядом в предвкушении наслаждения от вкуснятины, и при этом у меня в мозгах прокручивалась огромная сумма, которую запросят с нас за икру. Около стола гость остановился, посмотрел на собаку и со словами: «Ты, что? Тоже хочешь?» – вывалил ей в миску половину объема кастрюли, после чего поставил посуду на стол. И собака с жадностью набросилась на «пищу» (язык не поворачивается так называть икру). Мы недоуменно переглядывались, не зная, как начинать трапезничать без разрешения «ахтиолога»: намазывать ли на хлеб тонкий слой икры или действовать как-то иначе. Видя нашу растерянность, он произнес: «Ешьте ложками или как пожелаете. Мало будет, еще принесем». – «А сколько это будет стоить? – осторожно спросил я. Может, у нас и денег не хватит?» – «Для вас бесплатно», – последовало разъяснение. Конечно, мы принялись черпать икру ложками. Вкусная и свежая, душистая и малосоленая. Но, как оказалось, много-то ее и не съесть за один раз из-за высочайшей калорийности и питательности. Каждый из нас осилил не более чем по 150–200 граммов этого деликатеса. А через пять дней как я, так и остальные уж не очень-то хотели есть эту икру.

В разговоре за столом выяснилось следующее. Мы, не заезжая в Громки, сами вышли на браконьерский стан бригады Лесницкого. Тут в кустах оказалась их основная база (кроме еще одной в деревне в нескольких банях с холо-

дильниками). На базе обычно находятся два человека. Их дежурство необходимо для передачи икры и живых осетров приезжающим на автомашинах оптовым покупателям или на корабли, бросающие якоря напротив данного становища и дающие по предварительной договоренности два коротких гудка и один длинный. Для этого на базе под кустами стоят две моторные лодки. А пойманные и оглушенные ударом деревянного молотка осетры лежат сутками в зарослях крапивы, оставаясь еще живыми, и ждут своего «хозяина». Ежедневно «ахтиологи» ловят по 6–8 осетров весом от 25 до 40 килограммов каждый (половина из них оказывается с икрой). На дно реки рыбаки опускают штук 10 длинных капроновых веревок с привязанными к ним крючьями из стального провода диаметром 6–8 мм с острозаточенным концом (в целом такая веревочная снасть называется «крючья»). Заточка концов крючьев является трудоемким занятием: надо, чтобы острие входило на некоторую глубину в ноготь пальца. Как нам объяснили, осетр ищет пищу на дне реки, роясь в иле, и, наткнувшись на острие крюка, все глубже насаживается на него. Так это или нет, но представляется, что огромное количество рыбин только ранит себя этими варварскими снастями и сходит с крючьев, а остается на них только очень малое их количество. (Странно, что при съеме утром с этих веревок осетры и большие стерляди спокойно висят на крючьях и позволяют поднимать себя на поверхность воды, где их глушат ударами деревянного молотка и переваливают в лодки; меня несколько раз брали посмотреть такой лов.) Нам было сказано, что все партийные, административные, судебно-милицейские и рыбоохранные органы городов и крупных населенных пунктов, как-то: Волгограда, Волжского, Черного Яра, Светлого Яра, Красно-го Яра, «схвачены» нашими браконьерами (выплачиваются деньги) и другими подобными группами, и потому процесс опустошения Волги проходит уже несколько лет довольно спокойно. Не «схвачены» только органы районного центра Краснослободска. Вот позавчера этот стол и скамейки соорудила группа москвичей, приехавших сюда на трех автомашинах отдохнуть дикарями и порыбачить, поставили тут три палатки. А ночью внезапно здесь высадилась рыбоохрана из Краснослободска, и пришлось нашим «ахтиологам» вступить с охраной в длительную перестрелку из ружей и ракетниц. Над палатками свистела дробь и летали ракеты. Поэтому с рассветом москвичи быстренько собрали свои вещички и смотались в неизвестном направлении, бросив здесь свое становище. Так что, если ночью будет вестись стрельба, то мы не должны бояться: огонь будет вестись вверх наших палаток. К счастью, при нас этого не случилось.

Действительно, в последующие дни на эту базу ежедневно приезжали на легковом и грузовом автотранспорте, на мотоциклах покупатели в сопровождении милиционеров или лесников в форменной одежде и при оружии, чтобы случайно на обратном пути не попасть под какой-либо контроль и осмотр транспорта. Приезжал на автомашине «Волга» с прицепом и наш «земляк» из Горького, который перепродавал в рестораны рыбные деликатесы. Нередко подавали сигналы и вставшие на якоря судна. Тогда дежурившие «ахтиологи» определяли с

помощью бинокля номер или название корабля и соответственно заказчика и количество запрошенной им поставки, быстренько забрасывали в лодку осетров и ведра с икрой и направлялись к судну. Или приезжали люди в форме и говорили, что завтра в 5 ч. утра такая-то рыбоохрана будет багрить дно Волги и потому к этому времени крючья надо снять. Мы несколько раз наблюдали, как утром выстраивались в ряд поперек Волги около двадцати или более моторных лодок и, синхронно двигаясь, тащили по дну на цепях якоря, поднимая из реки крючья не предупрежденных заранее браконьеров. А таких «неорганизованных» местных рыбаков тоже было немало.

Вот так неожиданно начался наш дикий отдых на Волге с постоянной деликатесной осетровой и стерляжьей трапезой. Правда, иногда кто-то из нас заявлял, что хочет для разнообразия сварить или зажарить свежего судака или другую рыбу. Тогда Валерий брал спиннинг или удочку с насаженным живцом и путем отбора попадающихся рыбин выполнял именной заказ. Иногда вечерами мы увлекались быстрым протягиванием блесны спиннинга по поверхности ерика. Стаи окуней азартно бросались за блесной так, что при выводе блесны на берег некоторые даже выскакивали за ней на сушу.

Вскоре мы познакомились со всеми остальными «ахтиологами», включая Павла Лесницкого, приятного на вид мужчину около 30 лет. Все они оказались достаточно культурными и образованными людьми, четко понимали свою антизаконную деятельность, но преступной ее, согласно их умозаключениям, не считали, так как все проживающие на Волге обязательно браконьерничают и их смело можно без суда сажать каждого лет на пять в тюремные лагеря. То, что попадут туда в перспективе и наши рыбаки, у них была полная уверенность. Поэтому мы, наконец, поняли смысл слов «наседеться мы еще успеем», ибо эти люди постоянно находились на острие ножа. Правда, при нас крупных инцидентов не было.

Рассказали они нам многое про местную коррупцию всех высокопоставленных партийных и административных чиновников (а тогда так ее еще не называли, считая, что в СССР коррупции, как и секса, нет) и что практически в каждой деревне на Волге есть свои организованные группы, которые платят дань одним и тем же органам. Например, за два километра от нашего места располагался стан еще одной бригады подобных «ахтиологов» во главе с неким Мишкой. Он договорился с командованием местной воинской части и организовал вывоз осетровых продуктов за Волгоград на вертолете (предмет зависти наших новых знакомых), бортовой номер которого четко был виден в бинокль. Сначала в такую коррупцию трудно верилось, тем более что и мы тоже оказались как бы в роли покрывателей преступников, ведь не бежали заявлять на них в органы. А кому тут заявлять-то? Но факты вещь упрямая, и каждый день коррупция в эшелонах советской власти реально подтверждалась.

С дежурившими на базе членами бригады мы постоянно общались, слушали радио, обсуждали мировые и союзные проблемы, играли в карты и шахматы, нередко кормились за общим столом. Фотографировать же себя рыбаки на

всякий случай не разрешали. Как-то один из «ахтиологов» сказал, что у них в кустах лежит мощный подвесной лодочный мотор, но в нем сгорела вся электропроводка, а они не электрики и потому сами восстановить ее не могут. Я предложил им свою помощь, попросив привезти ампервольтметр (тестер), нагреваемый на костре паяльник и принадлежности к нему (свинцово-оловянистый припой, канифоль), нужной марки провода. На другой день они все доставили, включая необходимый инструмент (пинцет, бокорезы, плоскогубцы и др.). Не спеша, я за полдня разобрался и составил электрическую схему разводки проводов, произвел соответствующий монтаж и к удивлению наших хозяев сразу завел их двухцилиндровый движок. Радость у рыбаков была огромная, они тут же понесли мотор в лодку со словами: «Теперь нас не только на берегу, но и на воде никто не возьмет!». Я же стал своего рода местным авторитетным электриком, и мне сказали, что все мои желания будут выполняться беспрекословно. Однако мы и так пользовались всем, что надо «дикарям» на берегу Волги, а потому я не досаждал рыбакам своими просьбами, кроме как прокатиться изредка с ними на лодках по Волге, взять меня с собой на промысел, посмотреть их технологию приготовления икры и балыка. Однажды они поймали на крючья белугу весом более 60 килограммов и оглушенную ударом молотка с трудом затащили в лодку. Я впервые увидел такую здоровенную живую рыбину.

Процесс же приготовления ими икры был достаточно стерилен и гигиеничен и производился всегда в новых резиновых медицинских перчатках. У осетрихи вспарывали живот, находящаяся в «мешочке» икра переваливалась в чистый таз (по научному половые железы самок рыб называются «ястыки»). Обычно ее было около одного ведра. Затем икра «пробивалась», то есть протиралась через металлическую сетку в чистое эмалированное ведро с разделением на отдельные икринки и отделением жировых прослоек. Узнали мы, что по способу приготовления она делится на зернистую (икринки перемешиваются с сухой солью) и паюсную (икринки солят в нагретом насыщенном растворе и затем прессуют). Наши спецы готовили только зернистую. Если икра будет употреблена в течение недели, то на ведро клали один спичечный коробок соли. Если предполагался большой срок хранения икры, то соли шло три коробка. Не часто, но попадалась и «жировая» икра; ее слои перемежались толстыми слоями рыбьего жира. Такую икру «пробить» качественно (без раздавливания икринок) нельзя и потому она выбрасывалась в Волгу, а осетриха, как и в остальных случаях, отвозилась на заморозку в холодильник или разделку на балык. Однажды жировую икру «ахтиологи» предложили нам зажарить в собственном жире слабосоленой со слегка предварительно подрумяненным на сковороде душистым репчатым луком. Вот это была действительно царская еда! Перед отъездом мы нажарили такой икры, простерилизовали и загерметизировали с ней несколько стеклянных банок. На обратном пути мы заехали в Иваново на свадебные мероприятия по случаю женитьбы племянника моей супруги. Наш невиданный продукт был очень высоко оценен гостями (свадьбу гуляли в одном из лучших ресторанов города, под

музыку всесоюзно известного ансамбля «Меридиан»). Многие спрашивали, что же это такое сверхвкусное, из чего и как делается, где достать и нельзя ли попробовать еще.

Через 17 дней мы распрощались с нашими новыми знакомыми, которые по этому случаю собрались всем составом, обменялись адресами, поблагодарили их за незабываемые «дикарские» дни, пожелали им только «присаживаться», договорились об обязательном нашем возвращении сюда на следующий год, пообещали привезти 2–3 бинокля (тут достать их было сложно), прихватили с собой балыка, зернистой и жареной жировой икры, упрятав и расфасовав продукты глубоко в свертки с одеждой, получили координаты, к кому обратиться за выручкой в Ахтубинске, Волжском или Волгограде, если по дороге попадем под служебный досмотр.

Когда мы рассказали Виктору Осиповичу о такой удачной «рыбалке», он очень сожалел, что не попал на нее с нами, и собрался чуть ли не поехать тотчас же туда в одиночку. Но договорились отложить это до следующего года. Однако месяца через два появился в газете «Известия» большой судебный очерк, где фигурировали все наши знакомые «ахтиологи», которые при очередной проверке «безнадзорной» рыбоохраной вступили с ней в перестрелку, сильно покалечив нескольких ее представителей, и получили тюремные сроки от 5 до 8 лет.

В 1991 году Виктор Осипович ушел на заслуженный отдых, но безделье быстро надоело ему и он снова начал работать слесарем в загородных пионерских лагерях и базах отдыха нашего ЗАТО, расположенных в лесных массивах Мордовии около водоемов, чтобы была возможность порыбачить и побродить по полям и лесам. Скончался он после тяжелой болезни, в 2006 году.

Юрий Михайлович Быков родился в Ленинграде в 1932 году, приехал на «объект» вместе с родителями в 1952 году, в этом же году был принят на работу в КБ-11 препаратором. В 1954 году был переведен в группу А. И. Павловского и подключен к работам по бетатронной тематике. Это был уравновешенный выше среднего роста, плечистый парень, физически крепкий. Из-за такого телосложения Юру привлекли играть в футбольную команду НИС. При массивной фигуре он был достаточно резв и очень продуманно исполнял функции центрального защитника, тормозя своим телом быстрых нападающих, за что его и ценили в команде. Павловский же уважал его за силу, спокойный характер и умение договариваться, а потому поручал ему первые два года дела, требующие сочетания всех этих качеств. В конце 1956 года Юрий стал «главным технологом» по изготовлению совместно со стеклодувами высшего класса, талантливыми мастерами-универсалами Александром Алексеевичем Журавлевым (дядей Сашей) и Иваном Ивановичем Игнатьевым (потомственным стеклодувом из Клина) стеклянных тороидальных вакуумных камер («бубликов») для бетатронов (об этих мастерах хорошо написал В. А. Цукерман в [33]), отработке нанесения на их внутреннюю поверхность проводящих слоев с заданным поверхностным сопротивлением, приварке в нужные положения инжекторов и мишеней, проверке всех сварных

стыков на вакуумную плотность, содержанию в работоспособном состоянии необходимого для этих дел оборудования, его модернизации и т. д. Для завершения всего комплекса приемов по изготовлению одной камеры требовалось, как правило, трое суток непрерывных многосменных работ. Юрий был организатором и куратором таких циклов, оформлял необходимые документы для работ персонала в вечерние и ночные смены, сам участвовал в них, не считаясь с личным временем, следил за наличием нужных материалов и приборов, заказывал их на перспективу. Такое доверие руководства при проведении этих важных работ молодому 25-летнему парню-лаборанту очень нравилось, и Юрий старался выполнять их качественно и ответственно, постоянно повышая свой уровень знаний. Затем указанные бублики стали изготавливать отпаянными, то есть сразу с необходимым разрежением в них (около 10^{-5} мм рт. ст.) воздуха, с дополнительным размещением в камере поглотителя (геттера) выделяющихся из деталей газов и температурным распылением в виде тонкого слоя на стенки камеры еще одного таблеточного поглотителя газов. Здесь требования к точности соблюдения технологических приемов существенно возросли. В последующем в связи с необходимостью повышения ускоряемых токов и увеличением радиуса равновесной орбиты и соответственно области устойчивого ускорения значительно выросли размеры вакуумных камер. И теперь их выдувать из стекла стало невозможно. Поэтому камеры склеивали посредством компаундов на основе эпоксидных смол из фарфоровых секторов, изготавливаемых по нашим заказам за зоной на заводах СССР (в основном в Вишере). Юрию пришлось осваивать и успешно применять новые технологические способы и приемы для сборки тяжелых и громоздких камер, нанесения проводящих покрытий, проверки качества изготовления, необходимого ремонта в действующих бетатронах. За отличную работу и высокую квалификацию Юрия в 1972 году перевели в техники. Но в конце 1974 года у него начала развиваться тяжелая болезнь печени, и через год его не стало. Юрий остался у меня в памяти еще и потому, что был первым в отделе активным пропагандистом игры в настольный теннис, о котором до той поры многие и не знали. Он принимал участие в изготовлении качественного разборного стола для этой игры (а затем и других столов, устанавливаемых вне вестибюлей и коридоров производственных зданий), достал несколько комплектов дефицитных тогда ракеток (потом стал делать их сам), обучал желающих технике этой игры, организовал своего рода соревнования в отделе, втянув в них Павловского и меня. Сам же он играл в теннис самозабвенно, мастерски подкручивал мяч в разные стороны при его отбое. Конечно, он постоянно был чемпионом.

Виктор Васильевич Артемов родился в 1938 году в селе Кременки, расположенном недалеко от зоны «объекта», на территорию которого он прибыл с родителями в 1950 году. Здесь Виктор закончил неполную среднюю школу и в 1955 году был принят учеником препаратора на работу в КБ-11 в группу А. И. Павловского. Он впервые соприкоснулся здесь с поразившими его электрофизическими установками, аппаратурой и приборами, а также с инженерами,

которые хорошо знают устройство и работу этой техники и даже сами создают ее. Поэтому у Виктора возникло желание хотя бы частично постичь такие знания. А деревенские любопытство и любознательность способствовали этому дополнительно. Он был определен в помощь уже опытному препаратору Виктору Кузнецову, который к тому же был и дальним родственником Артемовых. И хотя Виктор по своей природе был больше молчуном, по технике он много выспрашивал у специалистов, затем долго обдумывал услышанное и опять задавал вопросы. В 1961 году он окончил вечерний техникум, получив специальность техника-электрика по электроприборостроению. Виктор был великий рукодельник, все сборки выполнял аккуратно, красиво и качественно. С учетом этого ему стали поручаться для изготовления и монтажа устройства, требующие предварительного безошибочного оформления эскизов и чертежей на входящие в их состав детали и узлы, курирования станочного изготовления деталей в механической мастерской отдела или в механическом цехе физического отделения, последующего монтажа и наладки надежно и долговременно функционирующей аппаратуры. Виктор быстро стал техником, старшим техником, инженером.



В. В. Артемов

Он был страстным любителем и знатоком природы. Очень любил охотиться зимой на рябчиков и зайцев, для чего держал охотничьих собак. Птицы, беляки и русаки были частой его добычей. Виктор всегда был готов поехать с компанией в лес за грибами или ягодами, просто побродить по зарослям и послушать шум деревьев и говор птиц, порыбачить и посидеть в сумерках у костерка на берегу Мокши или Сатиса. Особенно много впечатлений у него оставалось от летних встреч на таких рыбалках в омутах около лесозавода со своим дальним родственником, ежегодно приезжающим отдохнуть на свою родину – Кременки, очень эрудированным и широко образованным человеком – Степаном Степановичем Бугорковым, автором более десяти стихотворных сборников, двух сборников рассказов и двух романов. Виктор говорил, что особенно хороши у Степана стихи про природу, и читал наизусть ряд таких стихотворений. Еще Виктора удивляла способность Бугоркова мгновенно выдавать рифмованное четырехстрочие со смыслом, с употреблением в них только что заданных ему двух-четырёх совершенно разнозначных слов. В 1980 году Бугорков работал главным редактором газеты областного комитета КПСС «Ворошиловградская правда». Часть сборников стихотворений и все его прозаические произведения есть в библиотеке им. В. В. Маяковского и ее филиале в г. Сарове.

Виктор нередко сетовал на свою судьбу: «Вот зачем так неправильно устроена жизнь? Я очень люблю лес, поляны, речки, водоемы. И должны бы еще

в школе спросить меня, кем я хочу быть, став взрослым, и чем заниматься. И готовили бы меня к любимому и предписанному мне судьбой делу. Но такое у нас, к сожалению, не практикуется. Я давно бы ушел в лесники, слушал бы шелест листьев и пение птиц, ухаживал за деревьями, наблюдал за жизнью природы. Однако у лесников маленькая зарплата. А ведь надо содержать семью и потому зарабатывать деньги, выполняя хотя и интересную, но не по душе мне работу».

Наши семьи нередко выезжали на автомашинах за зону на выходные дни с ночевками в палатках на берегу Мокши. Виктор как знаток рыбалки всегда обеспечивал улов. Я считался специалистом по варке ухи и старательно готовил ее, прихватив из дома картошку, пшено, лук и укроп. А как-то я сымпровизировал и сварил вместо традиционной ухи рыбные щи с собранными тут же на луговинах щавелем, ромашкой и мятой. Такое необычное, пахнущее свежей рыбой и травами угощение, заправленное майонезом (а Виктор очень любил его и всегда спрашивал, взял ли кто майонез), так понравилось Виктору, что потом при выезде на природу он всегда говорил, что едет есть рыбно-травяные вкусные полевые щи. (От таких совместных выездов осталось у меня много фотографий.)

В 1974 году Виктор пригласил меня поехать на автомашинах отдохнуть и порыбачить на Волгу, но не в привычный многим район Ахтубы, а под Казань около небольшого городка Зеленодольска, известного своими оборонными предприятиями, в первую очередь производством речных военных катеров. В этом городе жила сестра его жены Таня, выйдя замуж за служившего в дивизии, охраняющей наш город, жителя Зеленодольска. Не имея теперь возможности попасть с мужем в Саров, Таня настойчиво просила кого-либо из родственников побывать у них, пообщаться с ее новыми родными, посмотреть на их житье-бытье. Еще она обещала, что муж и его приятели устроят Виктору, если он приедет, хорошую рыбалку. Я согласился составить компанию и собрался один, так как мои родственники по разным причинам поехать не смогли. С Виктором отправились в путешествие сын Юрий, тесть Василий Иванович, сестра жены Галя и племянница Лена. Трое из них сели в мой автомобиль, так как Виктор загрузил на багажник самодельную лодку, внутрь машины – обилие рыболовных принадлежностей. Мы благополучно докатили до Волги, переправились быстро на пароме и очутились в 30 километрах от Казани в Зеленодольске в объятиях родных Виктора. Зеленодольск оказался действительно уютным, чистым и очень зеленым городком, соответствующим своему названию; заселенным в основном татарами. Почти два дня отмечалась встреча, но мы заскучали по воде и попросили устроить нас на природе на берегу Волги, где есть сухая древесина для костра. Посоветовавшись, местные мужчины решили организовать наш бивуак в полкилометре от города в густых зарослях рослого кустарника в травянистой пойме сразу за высокой песчаной дамбой, проложенной по пойме и выступающей примерно на 15 метров в русло Волги. (В бинокль была видна на противоположном берегу реки аналогичная дамба. Нам было сказано, что дамбы нужны военным саперам для быстрого наведения между ними понтонного моста в случае чрезвычайных

ситуаций. Накануне нашего приезда такие учения тут и проводились. Налетело много вертолетов, спустили в воду понтоны и заякорили их, соединив между собой. Сначала по мосту проезжали бронетранспортеры и танки, затем проложили рельсы, и по ним катался тепловоз с вагонами.) За дамбой был прокопан по пойме от реки к берегу широкий и глубокий канал длиной около 250 метров, по которому к одному из фанерных заводов регулярно суда сплавляли плоты из кругляка древесины для переработки. На берегах канала были разбросаны стволы сухих деревьев. Метрах в трехстах от нас стояла высокая вышка рыбоохраны с постоянным наблюдателем в бинокль за рыболовецким состоянием на воде. Нам объяснили, что из-за вышки здесь не бывает местных рыбаков-браконьеров, в то время как у дамбы очень хорошо клюет на удочку и спиннинг хищная рыба. А главное, в канале рыбы даже больше, чем в Волге, особенно много жирных сомов. Знакомым рыбоохранникам сообщено о нашем временном пребывании здесь, и они нас беспокоить не будут, если мы не будем нарушать закон. Быстро были поставлены две палатки. Местные мужчины соорудили большой стол и скамейки из расчета, что к нам ежевечерне будут приходить еще 6–8 человек для совместного отдыха на природе.

Не терпелось апробировать рыбалку. Поэтому я, не дожидаясь, когда Виктор и его помощники рассортируют и разложат по палаткам и машинам свой нехилый скарб, схватил удочку и забросил с торца дамбы леску с червяком на крючке. Не успела насадка дойти до заданной глубины, как поплавок ушел под воду и мое удилище стало вырываться из рук. Я начал медленно выводить рыби-



Я с сомом на рыбалке в Зеленодольске

ну и вытащил на берег сома весом более килограмма. Все сбежались посмотреть на первую добычу. Виктор тоже сел за ужение, и мы за 30 минут натаскали рыбы на хорошую большую уху и жарено на всю нашу компанию. Мы с Юрием выбрали место для очага, притащили несколько сухих нетолстых бревен, вбили привезенные с собой трубы с поворотными подвесками для котелков и чайника и начали готовить рыбную еду.

Купание и ужин на свежем речном воздухе прошли превосходно. Уже в сумерках Виктор вспомнил, что прихватил с собой рыболовную сеть длиной около 12 метров, и мы с лодки поставили ее недалеко вдоль берега канала под прикрытием высокого кустарника. Сняв рано утром сеть, удивились обилию в ней разнообразной волжской рыбы, в том числе и толстым сомам (затем сеть ставили даже не каждый вечер, хотя мясо сомов было очень нежным, жирным и вкусным). Так что на день нам этой добычи было сверхдостаточно, но рыбацкая страсть заставила удить еще. Поэтому рыбных запасов к вечеру оказалось больше наших потребностей, и мы отдали их гостям, пришедшим к нам с гармонью из Зеленодольска. Татарская молодежь оказалась очень веселой, жизнерадостной и в меру воспитанной. Мы немного выпили, затем пели песни, танцевали, играли в карты и домино, рассказывали анекдоты. Это происходило каждый вечер, и время летело очень быстро. Часто играли в любимую татарами игру – в «раздолбая», типа всем известного «козла» в домино, но с небольшой разницей. Конечно, мы не сидели на месте и выезжали в Казань, Зеленодольск, знакомились с достопримечательностями населенных пунктов вдоль берега Волги.

На второй день к нам подплыли на лодке с мощным двухцилиндровым двигателем четверо местных школьников с тремя мешками рыбы и предложили ее дешево купить. Естественно, мы отказались. Тогда ребята попросили что-нибудь поесть, так как сегодня они еще не ели. У нас была оставшаяся уха, которой мы их и угостили. Ребята рассказали, что у противоположного берега Волги имеется много заросших кустарником и травой небольших островков с протоками между ними, а также отмелей, где они ловят рыбу привязываемой к лодке и протягиваемой ею сетью; рыбу они продают на базаре в Зеленодольске – это их подработка в каникулы. Попадается ежедневно и до двух десятков стерлядок (ловля стерляди являлась запретной). И если мы будем их кормить обедом, то они стерлядок будут привозить нам. Мы согласились и начали специально для школьников готовить еду, а на нашем столе появилась стерляжья уха «по архирейски». На вопрос о браконьерстве было сказано, что они законы знают: во-первых, им нет 14 лет; во-вторых, рыбоохрана должна застать их и зафиксировать за ловлей сетью, которую они в любой момент отцепят от лодки; в-третьих, рыбу из лодки они всегда могут выбросить в воду, и в-четвертых, рыбоохрана имеет маломощные моторы и их лодку она никогда не догонит, что проверено уже не раз при гонках по протокам между островов. Местные рыбаки на удочки и спиннинги ловят у другого берега стерлядок и немало. Виктор очень разохотился сплавать туда на его лодке, но здесь по реке днем и ночью было достаточно интенсивное движение

судов, а потому на веслах пересекать Волгу шириной около полутора километра было опасно, хотя несколько попыток мы делали.

Быстро пролетели 19 незабываемых дней и вечеров на приветливой татарской земле. К сожалению, съездить туда еще раз не удалось по разным причинам. Но на память остались фотографии той стоянки и ее обитателей. Одну из таких фотографий я даже высылал в газету «АиФ» на конкурс «Веселый отпуск» в 2006 году с описанием летнего отдыха, и эти материалы опубликовали.

Виктор по своей природе был больше молчун. Но если он говорил что-то, то это были весомо обдуманное им слова с серьезным содержанием, и к ним надо было обязательно прислушаться, пытаюсь их осмыслить. Не все это понимали. В разных же жизненных ситуациях, когда надо было разрядиться громким криком или даже крепко матерщинно выругаться, он замыкался и тихо переживал невысказанное. Эти внутренние страдания часто были явно видны на его лице. Мне представляется, что вот такой невзрывной характер и внутреннее накапливание негативных эмоций медленно сожгли его, доведя до инсульта и последовавшей затем кончины 28 апреля 2005 года.

Евгений Григорьевич Дубинов родился в 1934 году на севере Горьковской области в Ветлужском районе. Окончил семь классов и затем – курсы автомобильных слесарей. В 1952 году принят на работу на автобазу объекта. В городе закончил вечерний политехникум. В 1955 году переведен на должность препаратора в группу А. И. Павловского. Здесь он сразу попал в хорошие инженерные руки Г. М. Антропова. Как и все выходцы из сельской глубинки, познавшие крестьянский физический труд и тяжелое полуголодное время в период Великой Отечественной войны и после ее завершения, освоивший уже основы слесарно-сборочного автодела и умеющий обращаться с соответствующим инструментом, он активно и с большим интересом подключился к новому для него лаборантскому искусству в области электрофизики. Первоначально Евгению поручали в основном механический монтаж разнообразных устройств. По мере приобретения опыта и знаний в техникуме он стал выполнять сборку электро- и радиоаппаратуры, ее наладку и запуск в действие. К работе Женя (так обычно звали его) относился исключительно ответственно, не отвлекаясь на посторонние дела и разговоры, все исполнял продуманно, качественно и быстро, порой внося изменения в компоновку элементов систем. В 1964 году начал учиться на вечернем отделении МИФИ-4, окончил его в 1970 году и получил квалификацию инженера электронной техники. Был переведен на должность инженера, затем – старшего инженера. Мы долго работали вместе в одном коллективе первоначально по исследованиям, связанным с созданием вариантов безжелезных бетатронов, позже – высоко-точных линейных ускорителей электронов. У меня с Женей сложились хорошие деловые отношения. Более 20 лет он работал в моей научно-исследовательской группе и затем – лаборатории. С конца 1960-х годов Женя был подключен к созданию новых методов и приборов для изучения характеристик высоко-точных пучков электронов. Мы вместе разработали малогабаритный спектрометр пучка

электронов с полукруговой фокусировкой и применили его для измерений спектров пучков на выходе ускорителя ЛИУ-2 в разных режимах работы. Он был использован для исследований еще на нескольких ускорителях во ВНИИЭФ. Спектрометр стал темой дипломной работы Евгения в МИФИ-4, выполненной под моим руководством и успешно защищенной в 1970 году. О приборе мы сделали публикацию в 1971 году в журнале «Приборы и техника эксперимента». Оригинальной в спектрометре являлась система записи распределения энергии электронов посредством зарядки ими локальных электрических емкостей электродных ламелей с незначительной утечкой с них зарядов. Идею применения таких ламелей подсказал Г. В. Склизков (см. о нем ниже). Регистрацию напряжения на емкостях путем последовательного подключения к ним электрометрического усилителя с высоким входным сопротивлением разработал по нашему заказу инженер-электроник Б. Г. Кудасов (тоже соавтор статьи). Неожиданно эта публикация вызвала большой резонанс в кругах экспериментаторов, занимающихся подобными исследованиями характеристик импульсных электронных пучков в создаваемых ускорителях. К нам поступило более десятка писем и запросов по уточнению ряда сведений по прибору, его начали тиражировать как во ВНИИЭФ, так и в других институтах СССР для соответствующих применений. Важным был приезд во ВНИИЭФ по согласованию с А. И. Павловским для консультаций по спектрометру сотрудников из СНИИП (г. Москва), которые затем доработали подобный прибор и устанавливали его на космические спутники для измерений спектров заряженных частиц в магнитных поясах Земли. Спектрометр описан как удачное исследовательское устройство в нескольких изданных в СССР книгах по ускорителям и измерениям параметров электронных пучков.

Евгений участвовал в разработке первого в мире технического типа линейного импульсного ускорителя электронов ЛИУ-2 (введен в опытную эксплуатацию в 1967 г.) без использования в его индукторах массивных ферромагнитных сердечников, изучении работы узлов ускорителя и их возможностей, применении ЛИУ-2 для комплекса физических исследований и прикладных целей. Этот ускоритель положил начало развитию во ВНИИЭФ с 1971 года нового направления высокоточных мощных линейных ускорителей электронов с накопителями энергии и формирователями импульсов высоковольтного напряжения на основе водоизолированных радиальных линий и со ступенчатым изменением их волнового сопротивления (см. раздел 15.3). Е. Г. участвовал в экспериментальном исследовании макетов узлов ускорителя ЛИУ-30 с целью разработки эскизного проекта на этот ускоритель и подтверждения практической возможности его создания. Проект в 1974 году был успешно защищен, а на реализацию нового ускорителя было выделено соответствующее финансирование. С этого момента началась форсированная разработка натуральных макетов ускорителя, их испытание на проектные параметры и оформление конструкторской документации. Одновременно в период 1975–1977 годов Евгений участвовал в создании комплекса из 16 генераторов импульсного напряжения 500 кВ для меньшего по раз-

мерам и электрическим характеристикам, еще одного подобного, типа ускорителя – ЛИУ-10. Однако основным направлением деятельности Е. Г. в 1970-е годы стала разработка вариантов датчиков для измерения электрических импульсов и характеристик пучков электронов с учетом специфики новых ускорителей. С ведущим его экспериментальным вкладом был создан и применен предложенный мной ряд вариантов индукционных датчиков и модернизированных поясов Роговского для бесконтактного контроля с наносекундным нарастанием импульсов тока мегаамперного уровня, устройства для экспериментальной калибровки вольтамперной чувствительности таких датчиков и определения времени переходной их характеристики, калориметры с термопарными и терморезистивными индикаторами для измерения общего энергосодержания электронных пучков, делители высоковольтного импульсного напряжения с наносекундной передаточной характеристикой. На технические устройства этих датчиков мы с Евгением получили шесть авторских свидетельств на изобретения, по ним сделан ряд публикаций в научно-технических журналах. В начале 1980-х годов, когда коллектив лаборатории переезжал во вновь построенное здание для ускорителя ЛИУ-30, Е. Г. по некоторым объективным обстоятельствам остался работать в прежнем здании и перевелся в подразделение, которое продолжало развивать бетатроностроение. В 1994 году из-за серьезного заболевания Евгений Григорьевич вынужден был уволиться с работы. В августе 2008 года его не стало.

В описанном выше здании с куполом на территории завода ВНИИЭФ я познакомился в 1955 году с Георгием Даниловичем Кулешовым, прекраснейшим человеком, талантливым физиком и будущим лауреатом Ленинской премии, доктором физико-математических наук, с которым я проработал по общей для нас тематике почти 20 лет. Г. Д. родился в 1931 году в г. Горки Могилевской области. Отец работал инженером-геодезистом, мать была домохозяйкой. В семье рос еще младший брат. В начале Великой Отечественной войны семья была эвакуирована в Новосибирск, где отец стал читать лекции в Сибирском строительном институте, став затем его директором. Георгий окончил среднюю школу в 1950 году и поступил в Московский государственный университет на физический факультет. В 1955 году он прибыл в КБ-11 для выполнения здесь дипломной работы и первоначально был принят практикантом-препаратором в физическое отделение. В то время это означало, что и после защиты диплома он останется работать тут.

Я почти год уже проработал в группе Г. П. Антропова, когда Жора (так почему-то все сразу стали называть его) появился в нашем здании в сопровождении начальника отдела Ю. А. Зысина и инженера В. Н. Полынова. Это был стройный высокий



Г. Д. Кулешов

молодой человек. Ю. А. познакомил его со всеми, находящимися в домике, сказав, что это студент-дипломник из МГУ и что ему надо очень быстро (кажется, за три месяца; краткости этого срока я был сильно удивлен) выполнить дипломную работу. Решено было, что она будет заключаться в разработке, теоретическом и экспериментальном исследовании характеристик и изготовлении варианта инжектора (типа Керста) пучка электронов в вакуумную камеру безжелезного бетатрона. Ю. А. также объявил, что руководителем дипломника будет В. Н. и что Г. Д. будет размещаться в одной комнате со мной, а точнее, в небольшой смежной темной комнатке, служившей ранее местом для работ с фотоматериалами. Я с Г. Д. очень быстро подружился, мы были практически одного возраста, оба не курили, у меня было много нужного для него инструмента, оба на досуге занимались радиолюбительством, собирая малогабаритные радиоприемники с использованием недавно появившихся полупроводниковых триодов, которые тогда еще не назывались транзисторами. Постепенно все стали называть его уже более уважительно – не Жорой, а Данилычем, вплоть до самого отъезда из ВНИИЭФ в 1975 году. И только Ю. А. продолжал называть Г. Д. по имени-отчеству.

Г. Д. выглядел всегда элегантно, при галстукe, в отглаженной одежде, разговаривал уважительно и корректно, не произносил бранных слов (за 20 лет я не слышал ни разу). Таким поведением он резко отличался от многих. Г. Д. был не особенно разговорчив, не навязывал никому свою дружбу, не любил «лезть в душу», но если его спрашивали о чем-то, то он охотно рассказывал все, что знал. Во время выполнения дипломной работы он мало общался с персоналом, кроме как со своим руководителем В. Н. Работа отнимала все дневное время, и, как правило, вечернее сверхурочное и даже ночное (что в то время было обычным явлением), так как Г. Д. надо было изучить много новой для него научно-технической литературы, немало рассчитать (оценить) и изготовить своими руками, экспериментально исследовать. Такой стиль впоследствии стал для Г. Д. и работой, и хобби одновременно. А рукодельничать Г. Д. мог и любил (и это осталось на всю жизнь), так как, будучи студентом МГУ, он руководил физическими кружками в школах Москвы и изготовил лично или вместе с учениками большое количество физических устройств и приборов.

Трудился Г. Д. над дипломной работой много и успешно, выполнил ее в заданные сроки и защитил на отлично, получив в 1955 году диплом с отличием и квалификацию инженера-физика. Вспоминая прошедшее, в моей памяти не запечатлелось ни разу проявление интереса со стороны А. И. как руководителя исследований по бетатронной тематике к ходу работ над дипломной работой. При мне он никогда не заходил в нашу комнату. И наоборот, Ю. А. был часто, разговаривал с В. Н. и дипломником. Может быть, как говорят «физиономисты», у А. И. сразу проявились к Г. Д. какие-то негативные эмоции и не сложились товарищеские отношения, а только сугубо деловые. Вот эти эмоции я потом наблюдал не раз, хотя Г. Д. делал вид, что не замечает их. Однако научно-технические вопросы обсуждались А. И. и Г. Д. взаимно заинтересованно и решались оперативно.

Следует отметить, что и с руководителем дипломной работы В. Н. Полыновым товарищеские отношения у А. И. тоже не сложились.

Я ничего не знал о школьных годах Г. Д. Как-то не приходилось поговорить на эту тему, а сам он ни разу не вспоминал «школьные годы чудесные». По-видимому, природная скромность не позволяла ему рассказывать о себе. Тем не менее узнать, каким он был учеником, было интересно, особенно после его трагической гибели. Ведь иногда люди в школьные годы и после окончания вуза сильно меняются характером. И вот в середине 2001 года мне стало известно, что приехавший во ВНИИЭФ на научный семинар профессор Санкт-Петербургского технического университета Герман Аронович Шнеерсон учился с Г. Д. вместе в одном классе новосибирской школы. Я написал ему с просьбой рассказать об этом и кратко излагаю содержание ответного письма Шнеерсона.

Действительно, он учился вместе с Жорой (а именно так его тогда звали) в 42-й школе Новосибирска в трудные годы войны и послевоенное время (1944–1950 гг.). Все ученики и, конечно, Жора были время от времени способными на разного рода проделки. Весь класс почему-то не любил уроки литературы и психологии. Так, в декабре 1949 года, когда праздновалось 70-летие со дня рождения И. В. Сталина, школьники разучили много песен о нем и пели их всем классом на этих уроках, а учителям не хватало смелости остановить поющих, что, естественно, привело к срыву занятий. Но все очень любили уроки математики и их преподавателя – Зинаиду Ивановну Оксиюк. На ее уроках никогда не озорничали, и она оказала большое влияние на многих учеников. Жора выделялся среди одноклассников – он казался взрослее других, был сдержан и немногословен, но при этом был отличным товарищем и участвовал во всех затеях класса. А еще он был спортивно развит, хотя ни в какие секции не ходил, хорошо играл в футбол, даже зимой на свежем воздухе. В походы тогда не ходили, зато часто бывали в оперном театре. Мать одного из учеников была там певицей и бесплатно проводила многих в неполный зал. Все оперы ученики прослушивали по нескольку раз. Жора учился блестяще по всем предметам. Особый интерес у него был к физике. Вместе с Г. А. Шнеерсоном он зачитывался только что вышедшей тогда книгой М. И. Карсунского «Атомное ядро». Читали и обсуждали книгу А. Ф. Иоффе «Основные проблемы современной физики», но многое в ней они тогда не понимали. Жора очень увлекался разными самоделками. Он сильно всех удивил в шестом классе, когда пригласил всех к себе домой и показал кино на собранном им киноаппарате. А вообще, класс оказался очень сильным: из 20 учеников двое получили серебряные медали, а трое, в том числе и Жора, – золотые.

После защиты диплома Г. Д. работал в коллективе, руководимом А. И., а бетатронная тематика оставалась для него главной, и в результате он стал одним из основоположников нового технического направления в области циклических ускорителей заряженных частиц – сильноточных безжелезных бетатронов, приоритет ученых ВНИИЭФ в разработке которых признан мировым научным сообществом.

Во ВНИИЭФ Г. Д. прошел путь от рабочего до начальника ведущей лаборатории ускорителей в физическом отделении, став в этой области специалистом высочайшей квалификации. Его отличали огромная работоспособность, целеустремленность и энтузиазм, оригинальность мышления, большая изобретательность, порядочность и честность, доброжелательное отношение к коллегам и сотрудникам. Он всегда помогал всем словом и делом. Если обещал что-либо, то выполнял это обязательно. Он часто отказывался в пользу своих подчиненных от премий и наград. Все качества Г. Д. систематически отмечались в характеристиках, составляемых на него по разным поводам.

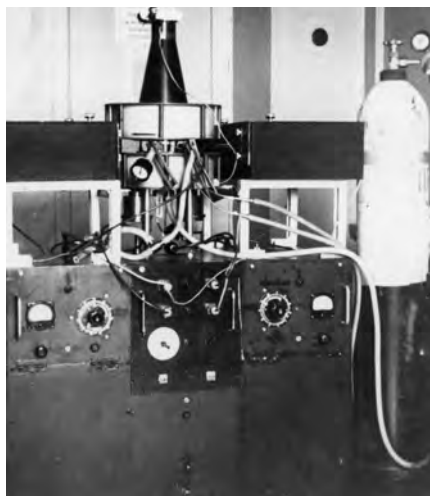
После моего официального перевода в 1956 году в группу А. И. контакты с Г. Д. стали чаще, а исследования и разработки начались по единой тематике. Г. Д. к этому времени уже существенно усовершенствовал первую конструкцию инжектора и улучшил его характеристики, испытал на стенде инжектор с «холодным» (безнакальным) катодом. Для указанной выше демонстрационной установки БИМ-2 ему было поручено исследовать и разработать, кроме инжекторов, серию других элементов и узлов, например, мишенный узел и систему сброса ускоренных электронов, технологию изготовления вакуумных бетатронных камер (бубликов) и нанесения на их внутреннюю поверхность проводящих слоев с заданными свойствами, мощную систему питания электромагнита, сильноточную коммутационную технику, комплекс измерительной аппаратуры и др. Все это должно было быть выполнено в течение года, изготовлено, испытано и налажено.

Коллектив группы А. И., и естественно Г. Д., работал над созданием БИМ-2, не считаясь со временем, нередко круглосуточно. Такому энтузиазму способствовали постоянное внимание и помощь со стороны Ю. Б. К концу 1956 года первая установка БИМ-2 была смонтирована и экспериментально показано устойчивое ускорение частиц. Вклад Г. Д. в этот комплекс работ стал определяющим.

Завершенный этап исследований и полученные положительные результаты были подробно обсуждены у Ю. Б., где присутствовали и другие руководители. С начала 1957 года началось создание первой для реальных газодинамических исследований бетатронной установки БИМ-3Г. Одновременно был расширен фронт исследований режимов и работы оборудования, стабилизации его характеристик, были уточнены области функционирования. Приступили к конструированию бетатрона, расчету прочности его корпуса со спиральными катушками к ударным нагрузкам, дизайнерскому оформлению. К выпуску чертежей и курированию изготовления деталей в цехах были впервые привлечены профессиональные конструкторы физического отделения Юрий Константинович Гундоров и Николай Игнатьевич Акатов. Ранее все чертежи оформляли сами электрофизики.

Однажды Ю. Б. высказал обеспокоенность в надежности определения максимальной энергии электронов, сбрасываемых в вакуумной камере в конце цикла ускорения на мишень [37]. От энергии зависели граничная и средняя энергия

квантов тормозного излучения и их энергетический спектр, так как эти характеристики излучения определяют в предстоящих опытах толщину и разрешение просвечиваемых материалов. Знанию точного значения энергии и спектра Ю. Б. уделял большое внимание, ибо планировалось с помощью бетатрона перейти в газодинамических опытах от небольших моделей изделий из низкоплотных веществ к макетам больших и даже натуральных размеров с плотными материалами. До этого энергия и спектр излучения оценивались косвенно по измерению некоторых физических величин и максимальной энергии E ускоренных электронов, рассчитываемой по формуле $E = 300HR_0$, где H – значение магнитного поля на равновесной орбите R_0 в момент сброса электронов на мишень. Еще энергия оценивалась по толщине металлических просвечиваемых фильтров (метод «серого клина»). Ю. Б. считал недостаточно доказательными используемые методы контроля, так как при измерении магнитного поля могли оказывать влияние на форму и амплитуду сигнала с датчиков электрические наводки от срабатывания всех узлов ускорителя с сильнооточными контурами. В методе «серого клина» тоже могли возникнуть ошибки при обработке фотоснимков. Требовался третий независимый способ измерения энергии ускорения. Однажды Ю. Б. поделился своими соображениями: «Когда я работал в Англии у Э. Резерфорда, там широко использовался классический помехоустойчивый метод измерения энергии электронов с помощью камеры Вильсона. Нельзя ли сделать и применить такую более совершенную камеру как третий метод измерения? При совпадении результатов сомнений больше ни у кого не будет». И хотя темой моей дипломной работы в МИФИ было создание новой инжекторной системы, по просьбе Ю. Б. эту тему пришлось срочно сменить: мне поручили оперативно заняться вопросами «прямого» измерения граничной энергии квантов и спектра тормозного излучения бетатронов посредством камеры Вильсона. Устройство и работу такой камеры надо было изучить по специальной литературе, провести соответствующие расчеты ее узлов, выбрать конструкцию и оформить чертежи, заказать изготовление деталей. Кроме того, надо было разработать схему достаточно сложной электронной системы на тиратронах для заданного программирования во времени включения узлов камеры, изготовить шасси системы, сделать электронный монтаж и наладить функционирование системы. Важными являлись также расчет, изготовление и обеспечение стабильной работы устройства, создающего равномерное импульсное магнитное поле заданной величины в большом объеме, в котором находилась чувствительная область камеры. В качестве такого устройства были выбраны катушки Гельмгольца, запитываемые импульсным током от конденсаторной батареи. Оборудование камеры должно надежно срабатывать в условиях сильных рассеянных импульсных электромагнитных полей, возбуждаемых большими токами в узлах бетатрона. Все это, включая написание пояснительной записки к дипломному проекту, следовало завершить в течение трех оставшихся до защиты диплома месяцев. Ю. А. попросил В. Н. Полынова проконсультировать меня при расчетах, конструировании и наладке камеры.



Камера Вильсона

Пришлось очень здорово напрячься и часто работать до глубокой ночи. Удалось создать, обмерить и прокалибровать все нужные узлы при нагрузке их на имитаторы, разработав для этого соответствующие датчики, связать электрическими цепями все узлы и обеспечить их синхронное включение по нужным программам. Затем камера Вильсона в полном составе была применена для указанных измерений. Пучок тормозного излучения из бетатрона направлялся на тонкий конвертер из тантала в чувствительном объеме с импульсно-создаваемым здесь пересыщенным паром из смеси этилового спирта с водой. Электроны отдачи (эффект Комптона) и электронно-позитронные пары образовывали в этом объеме с равномерным магнитным полем красивые видимые треки с определенным радиусом кривизны, причем электроны и позитроны заворачивались в разные стороны. Фотографируя при импульсной подсветке картину треков при каждом срабатывании бетатрона в разных режимах его работы, была найдена граничная энергия квантов излучения, оценены спектры излучения. Результаты измерения граничной энергии камерой и перечисленными выше способами хорошо совпали. Был оперативно оформлен соответствующий отчет. Ю. Б. ознакомился с ним, неоднократно брал с собой фотографии следов комптон-электронов в камере, искривленных по радиусу в магнитном поле известной величины, лично определял максимальную энергию ускорения. Этот «классический» способ оказался для Ю. Б. наиболее доказательным и убедительным, он был полностью удовлетворен измерениями, стал доверять косвенным методам, попросил у меня ряд фотографий треков заряженных частиц в камере. Мне казалось, что он любовался этими снимками, тщательно разглядывая их и, по-видимому, вспоминая с удовольствием свои молодые годы в период работы у Резерфорда. В дальнейшем Ю. Б. начал оказывать еще большую помощь в создании бетатронных установок и быстрейшем внедрении их в практику исследований. Я же уложился в срок и защитил по данному направлению свою дипломную работу в МИФИ. Поучительным на этом начальном и достаточно самостоятельном этапе работ стал пример Ю. Б. о необходимости тщательно и критично подходить к экспериментально получаемым результатам. Подробно об участии Ю. Б. в работах по бетатронной тематике и его интересе к исследованиям изложено мною в статье «Безжелезные бетатроны – уникальные инструменты для исследований быстропротекающих процессов» [37].

Г. Д. Кулешов в силу своей природной любознательности проявлял значительный интерес к моей работе с камерой Вильсона, некоторым тонкостям

ее применений и получаемым результатам. И это тем более, что недавно он сам также интенсивно трудился, готовясь к защите дипломной работы.

В конце 1958 года новую бетатронную установку, получившую название «гамма-графическая установка БИМ-3Г», собрали в лаборатории. Обмотку электромагнита выполнили без разрывов и соединений токопроводом, уложенным в соответствующие пазы крышек диэлектрического корпуса. Спиральная конструкция, непрерывность токопровода и его динамическая незакрепленность обеспечивали механическую ударную прочность конструкции.

Пульт управления для БИМ-3Г разработали, смонтировали и наладили сотрудники радиогруппы под руководством В. П. Царева. Будучи испытанной на проектные параметры, установка БИМ-3Г обеспечила просвечивание свинца толщиной 90 миллиметров. В 1959 году установку перевезли по частям на полигонную площадку, быстро там собрали и официально ввели в опытную эксплуатацию. Г. Д. лично участвовал в работах на всех этапах рентгенографии объектов при взрывных опытах, обучал персонал, который должен эксплуатировать бетатрон, помогал в дальнейшем поддерживать работоспособность установки. Уже первые применения БИМ-3Г в реальных условиях позволили получить ряд новых важных сведений, показали ее преимущество по сравнению с другими ускорителями, используемыми для таких же целей, и подтвердили надобность дальнейшего развития этого направления разработки бетатронов.

Было экспериментально установлено, что путем геометрического увеличения всех размеров разработанного электромагнита в одинаковое число раз можно получать увеличенные во столько же раз области устойчивости и соответственно радиусы равновесных орбит R_0 (такой метод называется автомодельным преобразованием). Повышение R_0 способствует росту захвата в ускорение инжектируемого заряда и затем – циркулирующего на орбите тока электронов. Это позволило перейти от начальных значений радиуса $R_0 = 3,4$ и 7 см к большим величинам. В 1961 году в практику газодинамических экспериментов внедрили более мощную установку БИМ-117Г ($R_0 = 11,7$ см), в которой электроны ускорялись до 70 МэВ, а толщина просвечивания свинца составила 120 мм. Все ее узлы и системы были совершеннее и надежнее. К 1966 году три установки применялись в опытах во ВНИИЭФ и ВНИИТФ (тогда НИИ-1011). Реализовали также



Общий вид бетатрона БИМ-3Г

двухкадровую систему 2БИМ-117 для стереосъемки объекта с двух направлений под углом 28° , освоили регистрацию нескольких фаз быстропротекающего процесса в одном цикле включения бетатрона. Разработанная Г. Д., А. И. и А. Д. Тарасовым система оптической блокировки интенсивности тормозного излучения по синхротронному свечению ускоряемых электронов позволяла при уменьшении захвата количества электронов в ускорение автоматически отменять подрыв взрывчатых веществ и тем самым сохранять дорогостоящие модели или макеты испытываемых изделий.

Актуальность и ценность выполненных работ была отмечена в 1963 году присуждением Ленинской премии в области науки и техники Г. Д. Кулешову, Ю. А. Зысину, А. И. Павловскому, Г. В. Склизкову и Д. М. Тарасову. Максимальное число претендентов в коллективе на такую премию составляло шесть человек. По словам А. И., меня тоже вводили в его состав шестым претендентом с серьезным обоснованием моего вклада в бетатроностроение. Но уже на стадии обсуждения представления на премию в 1962 году в нашем горкоме КПСС под председательством его первого секретаря А. С. Силкина было высказано сомнение в возможности прохождения моей кандидатуры, так как мой стаж инженера составлял несколько более четырех лет, а с таким стажем никто в СССР наивысшей научной премии еще не получал. Окончательно с такой формулировкой меня и вывели из состава претендентов.

При защите Г. Д. Кулешовым кандидатской диссертации в 1967 году по бетатронной тематике ему присудили сразу по предложению и обоснованию академика Ю. Б. Харитона ученую степень доктора физико-математических наук. Первую публикацию о разработке в СССР нового типа сильноточных безжелезных бетатронов и применению их в газодинамических взрывных опытах подготовил Г. Д., и она появилась по представлению Ю. Б. в Докладах АН СССР в 1965 году (я в составе авторов) [38].

После защиты диплома в 1957 году я, наряду с участием в серии разноплановых работ по бетатронной тематике и общепотдельского направления, продолжал выполнять в период 1957–1964 годов поручение руководства по разработке более высоковольтных инжекторов пучка электронов и источников импульсного ускоряющего напряжения. Суть работ заключалась в том, что задача непрерывного повышения толщины просвечивания материалов посредством тормозного излучения продолжала оставаться актуальной. Однако, какими параметрами бетатрона надо оперировать для этого, было не очень ясно. Опубликованные сведения различались противоречивостью и не давали однозначных ответов по многим вопросам. Но то, что с ростом циркулирующего тока в бетатроне повышается мощность тормозного излучения и увеличивается толщина просвечивания, было известно. Поэтому продолжалось теоретическое и экспериментальное изучение возможностей увеличения в бетатроне на орбите тока ускоряемых электронов в зависимости от большого числа электрических и геометрических параметров установки.

Инженер Г. В. Склизов (о нем см. ниже) провел теоретический анализ зависимости величины захватываемого в циклическое ускорение общего заряда электронов от ряда характеристик процесса инжекции и показал, что интенсивность тормозного излучения P связана с кинетической энергией E электрона в момент инжекции соотношением

$$P \sim E(E + m_0c^2)(E + m_0c^2) \sim Ne, \text{ (т. е. } P \sim E^3),$$

где m_0 – масса покоя электрона; c – скорость света в пустоте; N – количество захваченных в циклическое ускорение электронов; E – заряд электрона. Это продемонстрировало надобность повышения энергии инжекции электронов до нескольких сотен килоэлектронвольт и потому создание инжекторов на соответствующие этой энергии электропрочности, а также синхронизированных источников импульсного ускоряющего напряжения для них с амплитудами в сотни киловольт.

Мне пришлось изучать литературу по технике высокого напряжения, измерениям характеристик пучков заряженных частиц, регистрации параметров импульсов больших токов и амплитуд напряжений, электронной оптике и др. Были последовательно созданы и исследованы в бетатронных установках инжекторы с повышенной надежностью на энергию ускорения 150, 220 и 280 кэВ. В качестве термокатоде в них использовались спирали из вольфрама, импульсно нагреваемые до температуры, близкой к плавлению металла при 3380 °С для получения необходимой плотности эмиссии электронов. Эти катоды не боялись «отравления» при разгерметизации вакуумного объема. Катоды находились под рабочим напряжением относительно потенциала «земли» и нуждались в передаче к ним достаточно высокой электрической мощности, что вызывало ряд трудностей. К сожалению, другие катоды с меньшей рабочей температурой, например модные в то время лантан-боридные, и одновременно удовлетворяющие нашим требованиям, мы применить не могли по ряду не обсуждаемых здесь причин.

Эксперименты с использованием новых инжекторов по влиянию энергии инжекции на захват электронов в ускорение подтвердили соответствие практики указанной теоретической зависимости росту интенсивности тормозного излучения и толщины просвечиваемых металлов. По результатам работ был оформлен отчет «Разработка электронных инжекторов и генераторов импульсного напряжения для применения в безжелезных бетатронах», который утвердил Ю. Б. Харитон, очень заинтересованный в увеличении толщины просвечиваемых рентгеновским излучением веществ. Поэтому Харитон начал активно настаивать на дальнейшем повышении энергии инжекции. Павловский тоже понимал необходимость этого, но в связи с дефицитом исполнителей работ решил временно притормозить развитие данного направления и форсировать модернизацию ряда других узлов установки с целью улучшения их электрических и эксплуатационных характеристик. Однако по просьбе Ю. Б. (что в то время считалось приказом) А. И. запланировал мне оперативно сделать проект инжектора на энергию примерно 500 кэВ.

Я выбрал несколько вариантов устройств инжекторов, посчитал их электронную оптику и выбрал, как мне казалось, наиболее приемлемую для быстрого изготовления и удобства последующего применения конструкцию на рабочее напряжение 500 кВ. Затем начертил сборочный эскиз инжектора с тремя последовательными ускоряющими промежутками и тремя параллельно включенными вольфрамовыми спиралями в катод, сделал чертежи на все входящие в состав инжектора детали. В качестве высоковольтного изолятора в инжекторе и одновременно как механически прочного несущего корпуса я спроектировал изолятор из твердого фарфора (бывает и «мягкий») достаточно сложной формы, особенно внутренней его полости, будучи уверенным в возможности его изготовления по известной промышленной технологии. При рассмотрении этого инжектора в 1963 году у А. И. (он с 1960 г. стал начальником отдела) в присутствии ведущих специалистов проект был одобрен, и мне поручили обеспечить изготовление инжектора.

С последующей реализацией этого инжектора связана любопытная криминальная история. Я поехал на Московский фарфоровый завод «Изолятор», затем на Ленинградский такой же завод «Пролетарий» и там же на фарфоровый завод им. М. В. Ломоносова для заключения договора на изготовление шести штук необходимых изоляторов. Однако на всех заводах было заявлено цеховыми специалистами-технологами, что такой изолятор невозможно отлить и обжечь из-за сложности его профиля, очень высокой точности соблюдения размеров и большой разнотолщинности стенок, а потому обязательного появления в них сквозных трещин и общего коробления при обжиге. Я был этим обескуражен, так как металлические детали инжектора уже заказал. Поэтому решил сам разобраться в тонкостях технологии фарфорового дела, попросив на Ломоносовском заводе начальника цеха «крупнины» (т. е. самых больших изделий из фарфора) Анну Ивановну Гусеву объяснить мне все последовательные процессы их производства. Проговорив со мной примерно часа полтора, она вдруг произнесла: «Я и забыла, что у меня в цехе работает мастер, который уже много чего сделал из твердого фарфора вопреки всем правилам. Сейчас я его приглашу». Через небольшое время зашел приятный на вид, крепкий, опрятно одетый мужчина около 35 лет, представился и спросил, что надо сделать. Я показал ему чертеж на изолятор и объяснил проблему. Мастер уточнил у меня ряд моментов и сказал, что по действительно записанным в нормативных технологических документах правилам такой изолятор сделать невозможно. Ни один технолог мира за это не возьмется. Но он со своими шестью рабочими изготовит шесть изоляторов в течение трех месяцев с обеспечением всех наших требований по размерам и допускам. Вот только официально нам никто не утвердит технологическую карту на эти изделия, и потому готовые детали нельзя будет провести через отдел технического контроля и официально сдать продукцию заказчику. Поэтому оформить изготовление изоляторов через заводскую администрацию не получится. И высказал такое предложение: не ваше дело, где и как мы выполним заказ, но для начала

работ надо каждому авансировать по 100 рублей и дополнительно заплатить еще по 250 рублей при сдаче всей готовой продукции. Если вы соглашаетесь, то мы приступаем к делу. Только рассказывать о такой договоренности никому на заводе не надо. По меркам того времени общая начальная сумма 700 рублей была уже значительной, а тем более конечная – 2450. Я как старший инженер имел максимальный (по «вилке») оклад 180 рублей. Вернувшись на «объект», я изложил все А. И. Он обещал подумать, как достать деньги и законно передать исполнителям нашего заказа, чтобы не попасть затем в переделку при какой-либо ревизионной проверке. На другой день А. И. сообщил, что надо выйти с этим «снабженческим» делом к Ю. Б., рассказать ему все, и он наверняка подскажет выход из сложившейся ситуации, хотя это и не его вопрос. Так и было сделано. Харитон тут же при нас поговорил на эту тему с директором предприятия генерал-майором инженерно-технической службы Б. Г. Музруковым и получил от него согласие на проработку и решение данного деликатного вопроса. (Отмечу, что Музруков стал легендарной личностью еще при жизни; о нем написана замечательная книга Н. Н. Богуненко «Все силы отдам Родине», Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2004, подаренная мне автором и переизданная издательством «Молодая гвардия». С Богуненко я активно сотрудничал при совместной подготовке к опубликованию научно-исторических материалов, связанных с 55- и 60-летием ВНИИЭФ, и выпуске книги «Достояние России».) Затем Ю. Б. позвонил заместителю директора по снабжению Петру Тимофеевичу Колесникову, кратко объяснил ему проблему, обсудил несколько вариантов документального оформления передачи денег, выбрал приемлемый и попросил меня зайти к Колесникову. Тот сказал, что вариант есть. Надо в Ленинграде заключить с каждым из семи работников фиктивный письменный договор по образцу, который в снабжении быстро подготовят, на проведение каждым из них «на дому» для предприятия п/я Г-4665 определенной стадии работ по подготовке и изготовлению изоляторов. Например, один рассчитывает и готовит технологию отливки изоляторов, второй разрабатывает чертежи на отливочные формы, третий готовит эти формы, и т. д. Короче говоря, меня спешно с бланками договоров и деньгами отправили в командировку в Ленинград. Там мне бригадир откровенно сказал, что часть денег они отдадут кое-кому на заводе, так как всю работу они будут выполнять здесь, и начальник цеха потом подпишет пропуск на вывоз продукции с территории завода. С тем я и вернулся в КБ-11.

Однако меня донимали сомнения, что может быть все эти семеро вошли в сговор и решили обмануть нас. Кроме того, наше руководство может подозревать меня в возможном сговоре с работягами и получении части денег в виде откупа («отката», как говорят в наше время). Ведь твердят же высококвалифицированные специалисты-технологи, что нельзя сделать такие изоляторы. Но я в лице наших руководителей не почувствовал и тени сомнения в моей честности. И еще тут было достаточно криминала. Во-первых, в домашних условиях такие изоляторы не отольешь. Во-вторых, фарфоровую массу где-то надо брать, так как она

частным лицам не продавалась. В-третьих, отлитые изоляторы из фарфора надо обжигать при плавном подъеме температуры до 1450 °С в печи большого объема. В-четвертых, изоляторы надо глазуровать стекловидным покрытием и спекать его с фарфором при температуре до 1420 °С. И так далее. Из всего этого следовало, что нашими договорами мы подталкиваем и поощряем кучку сговорившихся людей к хищению государственных средств в интересах личного обогащения. А посему можно было при желании найти массу незаконных действий с нашей стороны. На душе у меня было неспокойно: я могу подвести «объект», ведь мне на слово поверили А. И. Павловский и руководство ВНИИЭФ.

Когда же через месяц я прибыл в командировку в Ленинград на Ломоносовский завод, то был крайне удивлен в цехе «крупнины» и одновременно обрадован, увидев уже изготовленным один экземпляр изолятора с точным соблюдением всех заданных размеров без каких-либо трещин в корпусе и короблений. Я спросил начальника цеха, могут ли они позволить мне взять этот изолятор с собой. Он дал согласие. Но так как изделие являлось тяжелым и в громоздкой упаковке, то я немедленно поехал в контору представителя нашего предприятия в Ленинграде Николая Исааковича Цалемчука, которая располагалась на Апраксином дворе, в доме 4. И хотя меня там уже знали, тем не менее согласно правилам начальник проверил все мои полномочные документы и только затем расспросил, что требуется от него. Я сказал, что нужно как можно быстрее доставить к нам в город одно сверхнужное, впервые в СССР изготовленное, тяжелое изделие из твердого фарфора. Для этого требуется автомашина с шофером, на которой я должен поехать на известный мне завод, получить изделие, вернуться с ним сюда в контору, а отсюда переправить «посылку» багажом по железной дороге к нам. Так и было сделано. После доставки изолятора Цалемчук попросил работника конторы написать на упаковке по моему указанию, где здесь верх, «осторожно – стекло» и адрес получателя, каковым являлся П. Т. Колесников (настоящих получателей – Павловского или меня – писать не полагалось). Любопытная ситуация возникла далее, ибо надо было указать и обратный адрес изготовителя-отправителя. Я же дал обязательство на заводе не разглашать это, а Цалемчук начал настаивать на необходимости такого адреса, иначе не возьмут багаж в вагон. Я подумал, подумал и сочинил «липовый» адрес: «Ленинград, Металлострой» и что-то еще. На обратном пути я задержался на два дня в Москве, а по возвращении на «объект» сразу зашел к Колесникову, чтобы рассказать ему об отправке багажа с абсурдным обратным адресом, так как по существующим правилам посылку должен принять тот работник отдела снабжения, через которого оформлен официально заказ на изготовление и поставку продукции, оприходовать товар и сдать на центральный склад, известив об этом истинного заказчика. Только я начал говорить, как П. Т. вдруг остановил меня и встал как вкопанный, а затем начал громко ругать кого-то, называя фамилии, звонить. Выяснилось, что Цалемчук в тот же вечер отправил поездом изолятор в Москву (а я был еще в Ленинграде), сообщил об этом по телефону нашему представителю в Москве Солнцеву, он

получил на другой день утром багаж и сразу отвез его на аэродром в Быково, откуда самолетом доставили к нам. Оказалось, что в отделе снабжения четыре дня уже ищут своего работника, разместившего заказ на изготовление изделия, и соответственно получателя этого ценного и срочного груза. А такого снабженца не выявили, не нашли. И хотя П. Т. был в курсе дел, однако он тоже не ожидал столь быстрого изготовления изолятора. П. Т. сделал мне заслуженный крепкий



Вид инжектора на 500 кВ в бетатроне

«втык», так как он поставил своих работников «на уши» в поисках получателя груза. У меня единственным оправданием служило то, что я не предвидел столь быстрых действий наших снабженцев под руководством П. Т. и был уверен, что изолятор доставят только после моего возвращения на «объект». Вот так воспринимали тогда работники вспомогательных (по терминологии Б. Г. Музрукова) служб просьбы и заказы научных подразделений предприятия! Такая оперативность в наше рыночное время давно уже стала невозможной, ибо научные подразделения превращены как бы во второсортные, не основные, а бывшие вспомогательные – бухгалтерия, снабжение, отдел труда и зарплаты, режимные службы и многие другие – стали главными. На базе фарфорового изолятора мы спешно собрали инжектор на напряжение до 500 кВ, всесторонне испытали его с положительными результатами и установили в 1963 году в один из бетатронов, позволив повысить ускоряемый циркулирующий ток электронов в его камере и просвечивающую способность. После этого Павловский не раз говорил, что нарушение законов при разработке изолятора нам теперь не страшно, ибо победителей не судят! Остальные изоляторы тоже были изготовлены качественно и в срок, а с исполнителями заказа мы не только рассчитались согласно договоренности, но П. Т. Колесников нашел возможность дополнительно выплатить им еще по 200 рублей, которые я с удовольствием и вручил не ожидавшим этой премии работягам при очередной поездке в северную столицу. Эти инжекторы (мы их называли криминальными) надежно функционируют и в настоящее время не только в бетатроне газодинамического отделения ВНИИЭФ, но и в бетатроне ВНИИТФ города Снежинска.

Павловский несколько раз просил меня написать статью в журнал про этот оригинальный инжектор, но я всегда напоминал ему, что дал обязательство в Ленинграде никому не сообщать адрес завода, изготовившего изоляторы. Было ясно, что после открытой публикации заинтересовавшиеся лица начнут искать координаты этого предприятия. Так что за прошедшие 40 с лишним лет я впервые рас-

сказал об истории разработки криминального инжектора на 500 кэВ и назвал изготовителей изоляторов и завод в статье в журнале «Атом» (2009, № 43, с. 31–35).

Но «откат» от рабочих Ломоносовского завода я все же получил. Бригадир предупредил меня, чтобы последние пять изоляторов я распаковывал сам, так как в полости каждого из них что-то есть для меня. Как оказалось, они заложили туда выпускаемые заводом из фарфора, как ширпотреб, красивые декоративные фигурки животных, птиц, морских обитателей.

В 1959 году я поступил учиться на философский факультет вечернего университета марксизма-ленинизма (в разговорах называли УМЛ) при городском комитете КПСС с двухгодичным сроком обучения, который и окончил в 1961 году, сдав экзамены по следующим дисциплинам: диалектический материализм – хорошо, исторический материализм – отлично, история философии – отлично; и зачеты по основам марксистско-ленинской эстетики и научного атеизма. Директором УМЛ была мудрая женщина – кандидат философских наук, член городского комитета КПСС Т. А. Манаенко. Она явно не догматик, при ней разрешалось высказывать свои мнения по вопросам изучаемых дисциплин, не совпадающие с указаниями идеологов ЦК КПСС, обсуждать их и доказывать свое понимание вопроса. Короче говоря, она осталась в памяти как истинный философ-диалектик (позже Манаенко была откомандирована в Снежинск).

Учеба мне нужна была по двум причинам: во-первых, я задумал сдавать экзамены кандидатского минимума, включая экзамен по марксистско-ленинской философии, которую никогда не изучал, а она практически включала в себя все перечисленные выше дисциплины, и, во-вторых, на меня систематически давило партбюро, агитируя вступать в члены КПСС. Учеба же позволяла на два года аргументировать мой отказ занятостью в университете и потому отсутствием времени для изучения устава партии и других материалов (главным образом решений предыдущих съездов КПСС), знание которых необходимо было при комиссионной проверке принимаемого кандидата в партию. В целом же я считаю учебу полезной для меня на все последующие годы, поскольку я действительно приобрел много знаний, особенно по истории философии, об ученых древнего мира, Греции и Рима, средних веков и последующего времени, включая Маркса, Энгельса, Ленина и Сталина. Знания, полученные в УМЛ, позволили сдать на «отлично» экзамен кандидатского минимума по философии. Тогда я удивил членов комиссии, процитировав наизусть абзац из произведения Ф. Энгельса «Анти-Дюринг» (в котором изложены философские взгляды Маркса и Энгельса применительно к изучению явлений природы, общества и человеческого мышления). Начал я его так: «Как сказано в "Анти-Дюринге", глаза и уши человека являются зеркалом Вселенной...». И мне даже жаль, что в настоящее время нет подобных университетов.

По окончании УМЛ я поступил на курсы английского языка специально для сотрудников физического отделения. В школе, техникуме и институте я изучал немецкий язык, а почти вся зарубежная научно-техническая литерату-

ра по физике издавалась на английском. Я самостоятельно начал осваивать его и добился понимания содержания текста по своей специальности практически без словаря. А возникла задумка изучить английский более основательно и в перспективе сдать по нему экзамен кандидатского минимума. Преподавателем на курсах была Елена Ивановна Паневкина, очень хорошо знающая этот язык и постоянно повышающая свой уровень, так как ее муж получал второе высшее образование в дипломатической академии и ей предстояло выезжать с ним за рубеж и, возможно, жить там. Она достала где-то редкий в то время составленный в Англии учебник для русских и к тому же со звуковой записью его текстов и разговорной речи на магнитофонной пленке. На курсах нас было семь человек и потому с помощью Павловского удалось ксерографически размножить учебник для каждого. Звуковой текст тоже переписали на свои пленки все новоявленные «студенты». Е. И. начала сразу с нами общаться на английском языке. Мне пришлось особенно трудно, ибо я разговорную речь на английском вообще никогда не слышал, а звуковое слово в нем резко отличается от написанного. В немецком языке написанное слово читается по буквам и произносится одинаково, да еще подчеркивается специально артикуляцией. Первые два месяца я мало чего понимал, хотя старался во внеурочное время слушать магнитофонные записи и выполнять все домашние задания. Потом дело сдвинулось с мертвой точки. Экзамен кандидатского минимума я сдал на «хорошо», так как в разговоре на английском с председателем комиссии Константином Ивановичем Паневкиным «...имел существенный русский диалект средней полосы европейской части СССР». Ну никак не могло быть у меня оксфордского или кембриджского произношения!

При создании инжекторов и поиске для них эффективных и долговечных термокатодов с высокой плотностью тока эмиссии электронов я побывал несколько раз во Фрязино в НИИ (теперь «Исток»), разрабатывающем для Министерства обороны и космической связи компоненты высокочастотной техники – клистроны, магнетроны, лампы на бегущей волне и др. В это закрытое предприятие попасть первый раз было сложно, потому Ю. Б. переговорил по телефону о моем приезде в НИИ с заместителем директора по научной работе – его давним знакомым, членом-корреспондентом АН СССР Николаем Дмитриевичем Девятковым (академик с 1968 г., Герой Социалистического Труда, лауреат Сталинской и Ленинской премий). Приехав в НИИ, я позвонил секретарю Девяткова, которая известила его, и он дал указание оформить мне пропуск и пригласил сначала зайти к нему. Н. Д. оказался высоким стройным мужчиной с приятным славянским и как бы немного улыбчивым лицом. Я передал ему наилучшие пожелания от Ю. Б. и увидел, что Н. Д. это приятно, рассказал о наших бетатронах, их применениях для рентгенографирования быстропротекающих процессов, о нуждах в качественных катодах для инжекторов пучков электронов. Неожиданно для меня Н. Д., будучи очень занятым руководителем, проявил большой интерес к нашим бетатронам и инжекторам, в результате чего я задержался у него почти на три часа (он угостил меня чаем, хотя тогда не принято было пить чай в рабочее

время, и потому я связал это с данью уважения Девятковым Харитона, посланцем которого я являлся). Такое любопытство я объяснил тем, что в этом НИИ при создании приборов тоже имели дело с пучками электронов, электромагнитная энергия которых преобразовывалась в высокочастотные колебания, и потому было интересно знать о пучковых устройствах на других предприятиях. После этого Девятков пригласил к себе начальника лаборатории Галину Алексеевну Кудинцеву, крупного специалиста в области термокатодов, и попросил ее ознакомить меня с клистронными приборами, а затем поговорить о наших инжекторах и в перспективе оказать максимальное содействие в изготовлении нужных для нас эмиттеров. Я с интересом осмотрел коллекцию клистронов, ознакомился с их устройством и работой, уделив максимальное внимание электронным пушкам и проблемам высоковольтной изоляции. На мой вопрос о ресурсе приборов было сказано, что он определяется не долговечностью и стабильностью эмиссии катодов, а поверхностной электропрочностью со стороны вакуума цилиндрических стеклянных корпусов, к которым прикладывается полное ускоряющее напряжение до 180 кВ. Из-за теплового испарения материалов катода их пары неравномерно оседают в виде пленки на стенки корпуса, в результате чего напряжение неравномерно делится по активному сопротивлению слоя пленки и пробивает корпус в месте максимальной напряженности электрического поля. Это приводит к перекрытию разрядом корпуса по его длине и выходу из строя прибора. Конечно, принимается серия мер по защите изоляторов от паров, но в целом эту задачу пока разрешить не удалось. (У меня несколько позже возникла идея повышения электропрочности стеклянных изоляторов вообще и у клистронов в частности. Ниже я коснусь немного этого вопроса и очередных контактов по нему с Н. Д. Девятковым.) Кудинцева познакомила меня с целой серией исследуемых у них катодов (оксидно-иттриевые, вольфрамо-бариевые L-катоды, прессованные и импрегнированные, лантан-боридные и др.) и изучением возможности улучшения их совокупных характеристик. Она подарила мне серию оттисков опубликованных ею статей в научно-технических журналах и подготовленную рукопись по катодам, которая вошла потом главой в изданную монографию «Термоэлектронные катоды» под редакцией Н. Д. Девяткова (М.-Л.: Энергия, 1966). В их пушках наиболее широко применялись лантан-боридные пленочные катоды (LaB_6). Такие катоды имеют на поверхности пленку металлического лантана, восстанавливающего эмиссию после отравления остаточными газами или ионной бомбардировки. Катод не теряет эмиссионных свойств при длительном пребывании на воздухе, что особенно ценно для разборных приборов. Недостатком боридных эмиттеров является их взаимодействие (разрушение боридов) в накаливаемом состоянии с тугоплавкими металлами. По степени возрастающей активности они располагаются в ряд: Ta, Mo, W, Th, Re, Ir, Pt. При температуре 1700 °С лантан-боридный катод обеспечивает плотность тока эмиссии в непрерывном и импульсном режимах порядка 6–10 А/см². И хотя для нас этой плотности было маловато, я заказал ей для испытаний изготовление таблеточных катодов не-

скольких диаметров и толщин, а также для улучшения оптики катоды тарельчатых форм на подложках из наименее активного тантала. За этими катодами приходилось затем неоднократно заезжать в НИИ, и у меня с Галиной Алексеевной сложились хорошие длительные деловые отношения. Она просила присылать ей все наши публикации по инжекторам и другим устройствам, в которых имеют место пучки электронов, что я и делал. Как позже выяснилось, для наших инжекторов плотности эмиссии были недостаточны и такие катоды в дело не пошли, тем более что в начале 1970-х годов было открыто в Томске Г. А. Месяцем (будущим академиком и вице-президентом АН СССР) явление «взрывной эмиссии», и стали применяться такие эффективные катоды без их подогрева.

Где-то в 1965 году у меня возникла идея, которая по мере ее осмысливания и возможных направлений применения в электрофизике и электротехнике становилась все более навязчивой. Если бы удалось создать вакуумно-плотный материал с объемным характером электрической проводимости и заданной ее воспроизводимостью при серии последующих изготовлений материала, то при выполнении из него «изолирующих» корпусов разных электроприборов и деталей можно было бы задавать профилем (толщиной) изоляторов требуемое распределение электрического поля по их длине за счет падения напряжения на активном сопротивлении при протекании слабого тока по объему вещества вдоль изолятора. Это позволяло уменьшить длину изоляторов, сократить их массогабаритные характеристики, увеличить ресурс работы устройств, изготавливать мощные высоковольтные резисторы и др. В частности, упоминаемое выше ограничение ресурса работы клистронов в НИИ города Фрязино напылением пленок катодного вещества на внутренние стенки трубчатых стеклянных изоляторов становилось бы малозначимым из-за шунтирования поверхностного сопротивления пленок стабильным меньшим сопротивлением стенок изолятора. Естественно, что изоляторы в инжекторах мы выполняли бы тоже из такого материала. Очень заманчивым становилось изготовление из него высоковольтных изоляторов разного типа разрабатываемых нами управляемых и неуправляемых разрядников, а также сплошных или секционированных изоляторов ускорительных трубок многообразного назначения. Из такого материала удобно было бы выполнять высоковольтные плечи делителей для измерения параметров импульсов напряжения (амплитуда, форма импульса, длительности импульса, фронта и среза), в том числе при регистрации их с наносекундным разрешением. Разной формы шунтовые, а также высоковольтные резисторы, например, в зарядно-разрядных цепях генераторов умножения напряжения по методу Аркадьева–Маркса, имели бы улучшенные эксплуатационные характеристики. Можно перечислить еще ряд примеров возможного применения такого материала. Я просмотрел всю доступную научно-техническую литературу по вопросам создания объемнопроводящих твердотельных материалов и ничего подобного не обнаружил, кроме уже давно известного мне саженаполненного композита на основе полиэтилена, используемого в промежуточных слоях высоковольтных коаксиальных кабелей

для снижения электрических полей на границе проводника и изоляции. Такой материал я уже испытал при приложении к нему высоковольтных импульсов: он не обладал постоянством удельного электрического сопротивления, не годился для вакуумных изоляторов и размещения в изолирующих жидкостях. Суть в том, что в нем активное сопротивление создается за счет слабых точечных контактов электропроводящих частиц между собой и/или микропробоев между частицами с образованием науглероженных разрядных каналов. Процесс микропробоев происходит при каждом приложении напряжения и потому с постоянным изменением сопротивления материала, кроме того, сопровождается выделением с поверхности композита большого количества газа в вакуум или жидкость, что сильно уменьшает поверхностную электропрочность изолятора и создает еще ряд негативных моментов. Своими соображениями о качественном объемнопроводящем материале и использовании его в наших разработках я поделился с Павловским. Идея ему очень понравилась, и он предложил мне попробовать ее развить, не снижая темпов работ по основной тематике, дав добро на заключение соответствующих договоров с внешними организациями, если я пойму, что они имеют квалифицированные кадры и необходимые технологические возможности. Одним из первых я посетил Московский завод радиодеталей, где серийно выпускались резисторы типа ТВО со слоем объемнопроводящего материала, который после плотной набивки в трубку из твердого фарфора разогревается в высокочастотной печи, и затем трубка прессом обжимается до заданных размеров прямоугольного поперечного сечения. Главный технолог объяснил, что материал готовится из смеси дикстрина (крахмала) и определенного сорта глины, обжигается, перемалывается в шаровых мельницах, прессуется и снова обжигается с последующим перемалыванием, и так пять раз. Получается очень однородный по составу мелкодисперсный порошок. Порошок спрессован и сжат в оболочке из фарфора, и активное сопротивление в нем создается по тому же принципу, что и в полиэтилене с проводящими частицами, кроме разве того, что сажистые образования из сгоревшего дикстрина контактируют, как правило, сразу без микропробоев между ними. Хотя частично микропробоем все-таки имеют место с выделением здесь газов (при помещении резисторов ТВО в трансформаторное масло и приложении к ним импульсного напряжения мы наблюдали выделение газовых пузырьков через неплотности в фарфоровых оболочках). Однако изготовить изолятор, например, трубчатой цилиндрической формы вряд ли получится из-за необходимости запрессовывать материал между двумя трубчатыми стенками и оставлять его здесь в постоянно сжатом стенками механически напряженном состоянии; такое выполнение потребует сложной и очень дорогостоящей технологической оснастки.

Следующий мой заход был в конструкторско-технологическое бюро (КТБ) в г. Хотьково, где для ВНИИЭФ делали заготовки или детали в виде труб или пластин из стеклоткани, пропитанной эпоксидными компаундами. Один из сотрудников опытного производства К. И. Перешивко заинтересовался возмож-

ностью создать объемнопроводящий материал. Он после серии экспериментов разработал смесь по технологии завода радиодеталей, но только в качестве связующего применил клей БФ-2. Небольшие прямоугольные образцы без внешней оболочки оказались достаточно термостойкими, и в наших испытаниях в масле не выделяли газов, оказавшись к тому же электропрочными. Но технология приготовления смеси и прессования была трудоемкой, образующиеся вещества при сгорании клея являлись экологически опасными для человека и окружающей среды. В связи с этими факторами и непрофильностью таких работ для КТБ его руководство запретило их продолжение.

Очередным предприятием, куда я обратился по данному вопросу, был НИИ электростекла (НИИЭС) Министерства электронной промышленности в Москве. На обсуждении поставленного вопроса у главного инженера я рассказал о широких перспективах применения объемнопроводящего материала, если он будет изобретен. Главный инженер заинтересовался такой тематикой и обещал более детально обсудить его со своими специалистами, сообщив результат во ВНИИЭФ. Через некоторое время пришел вызов из НИИЭС, и я выехал в командировку. Оказалось, что начальник лаборатории керамических материалов, кандидат химических наук Ариадна Васильевна Смоля когда-то по своей инициативе пробовала получать такой материал на основе окиси бериллия, прессуя из него таблетки и обжигая их. Быстро был оформлен договор на оплату нашей стороной научно-исследовательской работы по изучению возможностей создания требующегося материала. Первые образцы в виде небольших дисков оказались механически прочными и негазящими при импульсном пропускании тока. Но при подготовке следующих образцов трубчатой формы произошел в этой лаборатории химический взрыв, не зависящий от работ по нашему направлению, и запасенная для наших целей в герметичных сосудах окись бериллия была взрывом распылена по многим помещениям. Окись в чистом виде является очень вредным для человека веществом. По результатам работы аварийной комиссии данное направление работ было закрыто, а Смоля уволена с предприятия. Я за А. В. очень переживал, так как у меня наладился с ней хороший деловой контакт, звонил ей и корил себя, что втянул ее в данную работу.

Однако через некоторое время я снова оказался в НИИЭС. Мне попалась в американском журнале статья, в которой было кратко описано введение специальными приемами в состав стекла окислов железа и олова и получение вещества с электронным характером проводимости, имеющейся в металлах. При этом удельное сопротивление заданно регулировалось. Создание полупрозрачного проводящего стекла было очень заманчивым, так как в физическом отделении ВНИИЭФ имелась очень хорошая стеклодувная мастерская и был высококвалифицированный персонал, который на основе заготовок из такого стекла мог бы изготавливать нужные полупроводящие изоляторы. А в первоначальные приезды в НИИЭС я познакомился с начальником лаборатории Николаем Петровичем Петровых, который показался мне неординарно творческим и ищущим в науке

новые пути человеком, занимающимся разработкой стекол и их специальными применениями. По прибытии в НИИЭС я показал Петровых указанную статью, и он заинтересовался возможностью создания технологии получения такого стекла. Но так как предыдущая попытка получить керамический материал обернулась здесь аварией, то он порекомендовал написать главному инженеру НИИЭС Альберту Павловичу Вересову (а он определял научную политику в институте) обстоятельное письмо о необходимости создания такого материала и перспективах его применения во многих областях народного хозяйства СССР. И подписать это письмо должны научный руководитель ВНИИЭФ академик Ю. Б. Харитон и заместитель по научной работе директора НИИ в г. Фрязино член-корреспондент Н. Д. Девятков. По возвращении на «объект» я пересказал все Павловскому, и он, будучи заинтересованным в развитии этого направления, попросил меня срочно составить бумагу («рыбу», по выражению А. И.), с которой он поедет к Харитону. Ю. Б., конечно, подправил письмо, дал команду напечатать и поставил свою подпись. Теперь мне надо было ехать снова к Девяткову. По ВЧ-связи я узнал о днях его пребывания в НИИ и отправился в путь. Вторая встреча с Н. Д. была продолжительнее первой, тем более что он пригласил к себе еще двух начальников отделов, разработчиков высокочастотных приборов, которые проявили большую заинтересованность в таком спецстекле. Н. Д. подписал письмо, по-моему, с удовольствием, тем более в связке с Ю. Б. В лаборатории Петровых достаточно оперативно разработали технологию плавки электропроводящего стекла «в пробирках» и назвали его «ситалловое стекло на основе силикатоборатной системы с окислами железа и олова с электронной (собственной) проводимостью». Нам выдали небольшие цилиндрические образцы с разными заказанными величинами удельного электрического сопротивления, которые мы электрически испытали на наших установках с положительными результатами. С образцами поупражнялись стеклодувы физического отделения и сказали, что есть некоторые отличия от характера работ с обычно применяемым молибденовым стеклом при использовании горелок для его размягчения или спайки, но разница небольшая и потому приемы им понятны. Теперь надо было научиться в заводских условиях плавить стекло в больших объемах. НИИЭС определил для этого стекольный завод в г. Никольске Пензенской области. Туда выехали технологи НИИЭС, разработали там нужную технологию и запросили у нас по телефону размеры стеклянных заготовок для первых плавов и удельное объемное сопротивление материала. Я решил, что для начала достаточно отлить шесть-семь дисков диаметром примерно 300 мм и толщиной около 40 мм с удельным сопротивлением порядка $3 \cdot 10^3$ Ом·см, из которых мы алмазными резцами вырежем нужные по геометрическим размерам заготовки и возжем проводящие контактные покрытия на их торцовые поверхности для электрических испытаний, о чем и сообщил в НИИЭС. И вдруг через несколько дней раздается звонок телефона, Павловский срочно просит прийти к нему. Ему только что сообщили, что при проведении в Никольске седьмой плавки разрушилась печь из-за обрушения свода, выложенного из

огнеупорного шамотного кирпича. Люди не пострадали, но дорогостоящую печь надо капитально и длительно восстанавливать, а потому все последующие работы прекращены, так как другое руководство завода выводить из строя ради нас не намерено. Когда через неделю я приехал в Москву за доставленными сюда шестью стеклянными дисками, то в НИИЭС мне сказали, что согласно выводам комиссии по анализу причин аварии пары продуктов варки такого стекла неожиданно явились очень агрессивной средой, в результате чего ослабли швы в своде печи, и он обвалился. И еще мне заявили, что на этом институт заканчивает все исследования и разработки по нашим заказам. Им двух серьезных ЧП (чрезвычайное происшествие) вполне достаточно. Мои попытки уговорить продолжить развивать это перспективное для науки и практики прогрессивное направление (первые блины-то не оказались комом!) не увенчались успехом. У них своих проблем и более простых задач очень много.

Было жаль бросать вообще-то успешно начатое в моем понимании дело. И, как позже стало ясно, я оказался прав. За рубежом ученые активно разрабатывали эту проблему. В 1998 году появились две первые обзорные статьи, в которых анализировались экспериментальные исследования по получению «электропроводящих полимеров», сочетающих в себе электрические свойства металлов с преимуществами пластмасс. Чтобы проходил электрический ток через полимер, в него научились допировать химические вещества по типу легирования полупроводников, например, кремния. Такие материалы достигают проводимости типа железа или даже платины. Их с начала 1990-х годов стали применять промышленные компании «Варта» и BASF в Германии, «Шова денко» в Японии в электрических батарейках и аккумуляторах. Фирма «Локхид» снабдила первое поколение истребителей F-19 такими покрытиями для обеспечения их невидимости радарам. В книге Э. Р. Блайта и Д. Блура «Электрические свойства полимеров» (М.: Физматлит, 2008) сообщается, что многие зарубежные фирмы производят в промышленных масштабах полимеры с собственной проводимостью, которые имеют самые различные характеристики и многочисленные применения. Они используются в ксерографических аппаратах, в качестве полимерных светодиодов и солнечных элементов, в оптических модуляторах и переключателях, в полимерной электронике (например, в полевых транзисторах), цветных дисплеях и фотогальванических элементах и т. д. Ученые англо-американской фирмы «HVR International» создали объемнопроводящую керамику, и эта фирма с середины 1990-х годов поставляет всему миру изготавливаемые из нее мощные высоковольтные резисторы разной геометрической конфигурации с рабочей температурой до 300 °С, являясь мировым монополистом таких компонентов. ВНИИЭФ тоже покупает эти резисторы.

Что же касается тех шести ситалловых дисков, то они заказывались для освоения стеклодувами приемов работы с таким стеклом и испытания механически изготовленных деталей из них. Вообще же для задуманных деталей мы хотели сначала получить трубы разных диаметров из электропроводящего стекла

и уже были уверены, что они у нас будут. Но опять не повезло! И диски мы передали в НИИ приборов в г. Лыткарино Московской области, где были выточены из них алмазными резцами в достаточных для их целей количествах цилиндры диаметром 30 мм и длиной 120 мм, вожжены в торцы контактные слои серебра, к которым присоединены электропроводящим клеем концевые электроды и проведены успешные высоковольтные испытания при пропускании импульсных токов до 10 кА [39]. Как выяснилось, эти объемнопроводящие элементы до сих пор служат в качестве высоковольтных резисторов с сопротивлением 3,5 кОм в зарядно-разрядных цепях генераторов умножения напряжения по методу Аркадьева–Маркса на 500 кВ. Однако новых открытых сведений об исследованиях, связанных с дальнейшими разработками или технологией производства и применения электропроводящих стекол, так и не появилось в мире с 1970-х годов, хотя я следил за публикациями по этой проблеме.

Тем не менее «провалы» в разработках объемнопроводящих (полупроводниковых) материалов меня тогда не успокоили. Бывая в командировках в различных НИИ и организациях, я всегда старался выяснить технологические возможности предприятий и сагитировать их сотрудников взяться за создание такого материала. В начале 1980-х годов я посетил НИИграфит в Москве по вопросам использования в качестве материалов катодов со взрывной эмиссией в наших сильноточных электронных диодах разработанные там мелкокристаллические механически прочные углеситаллы, пропитанные пироуглеродом графиты и силицированные графиты. Я постарался выяснить у разработчиков, а нельзя ли увеличить удельное сопротивление этих материалов, и рассказал, какое бы широкое применение они нашли и как бы улучшили характеристики электроизделий. Начальник отдела Волков и двое его сотрудников вдруг проявили интерес к этой проблеме и предложили научно-техническое сотрудничество по ней на основе безденежного договора между предприятиями: они разрабатывают по согласованию с нами образцы нужных материалов, мы проводим их электрические испытания, оформляем соответствующие протоколы, совместно обсуждаем результаты и намечаем дальнейшие действия. Такой официальный договор был составлен и заключен. Работы начались с приготовления материалов типа полиэтилена с мелкодисперстным проводящим составом. Я отнесся к этому скептически на основе уже имеющегося опыта, однако графитчики оптимистично утверждали, что сверхмелкодисперстная ацетиленовая сажа в смеси с порошком фторопласта, будучи им связанной в механически и вакуумнопрочную среду, и явится требуемым материалом, который не будет выделять газы при протекании через него импульсного электрического тока. Увы! Материал формовался с достаточной механической прочностью, но газы с образцов выделялись и накапливались в их толще. Почти три года таких работ с очень разными технологическими приемами и введением в состав (кроме сажи) окисей разных металлов, мелких их частиц, образующих химические пары, результатов не дали. Этот путь был тогда тупиковым. Сегодня с изобретением нанопорошков я уже так не думаю.

Но, наверное, поздно. От контактов с сотрудниками НИИГрафит осталось много полезной и любопытной для меня информации, так как в каждый приезд туда мне устраивали экскурсии по лабораториям и опытным производствам; я никогда и не представлял, что из графитов и графитоподобных материалов готовится такое огромное и разнообразное количество деталей, подшипников трения, графитовых нитей и тканей для применений, в первую очередь, в оборонных отраслях. Мне дали несколько подшипников выключения сцепления из графитированного фторопласта для автомобилей «Жигули». При первой же возможности я поставил один в сцепление моего ВАЗ-21011, и подшипник надежно отработал по своему назначению 20 лет. И еще у меня осталась подаренная директором НИИГрафит профессором Валерием Ивановичем Костиковым (с которым я несколько раз обсуждал наши проблемы) его книга в соавторстве с А. С. Тарабановым «Силицированный графит» (М.: Металлургия, 1977) и две книги по углеграфитовым материалам других авторов.

На этом моя почти 30-летняя поисковая внеплановая эпопея создать в СССР объемнопроводящий механически прочный вакуумно-плотный материал с электронным характером проводимости (особенно стекло), очень нужный для изготовления широкого класса электротехнических и электронных приборов и устройств, неудачно завершилась. А тут произошел и раздел СССР в 1991 году с последующими экономическими неурядицами, прекращением финансирования НИИ, предприятий и организаций, их банкротством и развалом. Тем не менее очень жаль, что хорошее дело не удалось довести до логического конца, хотя я затратил на него достаточно много времени. Мне остается только вспоминать, что у истоков инициатив создания объемнопроводящих материалов, по меньшей мере в СССР, стоял когда-то я при постоянной поддержке А. И. Павловского. Хотелось бы, чтобы кто-то из читателей этих строк успешно продолжил мое начинание уже в новых рыночных условиях и, наконец, разрешил в России поставленную задачу.

Хорошее знание Ю. Б. наших возможностей по созданию инжекторов с качественной электронной оптикой привело к тому, что мне в 1963 году поручили еще одну внеплановую работу. Однажды А. И. сказал, что нас приглашает к себе Ю. Б. Спрашивать о моей там надобности было в то время не принято: если руководство зовет, значит, надо. Приехали в назначенное время. У Ю. Б. уже находился начальник технологического отделения ВНИИЭФ, кандидат технических наук Николай Александрович Петров (позже он стал главным инженером ВНИИЭФ). Ю. Б. сразу перешел к сути дела. Для ряда создаваемых во ВНИИЭФ узлов была необходима надежная сварка деталей с качественным однородным узким швом без введения в него посторонних примесей, которые попадают туда, например, при электросварке электродами, покрытыми флюсом. Такой прецизионный и чистый шов обеспечивает только электронно-лучевая установка (ЭЛУ), когда металл в месте соединения деталей, размещенных в разреженном воздухе (в вакууме), плавится узким пучком ускоренных электронов, соударяемых со

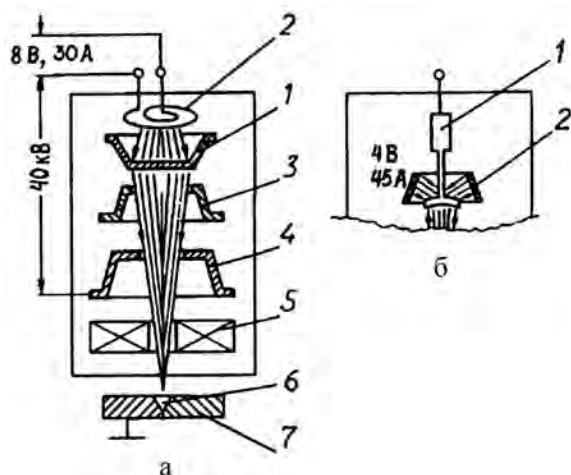
свариваемыми материалами у места их стыка, где кинетическая энергия электронов преобразуется в тепловую энергию. Сварочное электронно-лучевое оборудование промышленно в СССР в начале 1960-х годов не выпускалось. В связи со срочной необходимостью сотрудники технологического отделения разработали своими силами ЭЛУ, на которой и проводится сварка металлов. Но соединение нужного качества, то есть с требуемой глубиной проплавления в минимальных пределах ее отклонения по всей длине шва, не достигается в силу ряда причин нестабильной работы комплексного оборудования. Кроме того, определяющим в сварке является отношение глубины проплавления к ширине сварного шва по наружной поверхности. Эта величина для стальных деталей составляла 2:1, для деталей из алюминия и его сплавов – 1:4. Надо же иметь это отношение как минимум 3:1. Поэтому Ю. Б. обратился к нам с просьбой срочно подключиться к разработчикам и пользователям указанных установок, разобраться в причинах нестабильности их характеристик в процессах сварки и дать свои рекомендации по их устранению. А лучше, если мы сделаем свою ЭЛУ, так как у нас пока неплохо получаются все новые разработки. Николай Александрович познакомит нас со своими сотрудниками и даст им соответствующие указания о взаимодействии с нами. А. И. тут же неожиданно для меня сказал, что ответственным исполнителем от физического отделения по этим работам буду я. Я же никогда такой техникой не занимался, хотя, конечно, слышал и читал об этом соединении металлов. Не успел я сообразить, как аккуратно объяснить мое незнание этой тематики, чтобы не подвести А. И., как Петров добавил, что завтра в 10 ч. ждет меня у себя.

В назначенное время в кабинете у Петрова оказалось семь или восемь человек, которым он представил меня и род моих занятий в физическом отделении (по-видимому, эту информацию он получил от А. И.) и затем – их. Я запомнил только тех, с кем пришлось потом долго сотрудничать. Это начальник отдела А. И. Некипелов, начальники групп П. И. Митько и А. И. Тихонов. Некипелов кратко повторил уже ранее услышанное от Ю. Б. и добавил следующее: «Сварка лучом обеспечивает высокую концентрацию энергии на малой площади и поэтому незначительную остаточную деформацию, химическую чистоту металла в шве, не требует последующей механической доработки шва, позволяет сваривать любые металлы, в том числе тугоплавкие. В наших изделиях имеются прочные и герметичные оболочки, изготовленные с высокой точностью размеров. Эти оболочки состоят из двух частей с резьбовым соединением и герметизацией резиновой прокладкой. Для создания такого соединения с обеспечением необходимой прочности приходится увеличивать толщину оболочки и, следовательно, ее массу. Кроме того, резиновая прокладка ненадежна при хранении и слаба при механических и тепловых воздействиях на оболочки. Переход на электронно-лучевую сварку частей оболочек позволяет устранить перечисленные недостатки. Однако, как уже было сказано, разработанные ЭЛУ работают нестабильно, в результате чего имеет место брак при сварке, сильно усложняются технологические приемы. Мы сами наладить качественную работу ЭЛУ пока не можем. Нам нужна ваша

помощь. Сотрудники отделения, включая конструкторов-разработчиков чертежей на ЭЛУ, вам все покажут, объяснят на месте и проведут сварку». На мой вопрос о состоянии этой области науки и техники в СССР он пояснил: «В ряде ведущих НИИ, таких как Институт электросварки им. Е. О. Патона АН Украины в Киеве, МЭИ, НИАТ, Институт им. Э. Н. Баумана в Москве, такие исследования и разработки опытных ЭЛУ ведутся. Но они не отвечают высоким современным требованиям, предъявляемым к изделиям ВНИИЭФ. Сотрудники технологического отделения там бывают, но прогресса в ЭЛУ пока нет». Далее было сказано, что взаимодействовать мне придется в основном с Тихоновым, Митько и отсутствующим сегодня ведущим конструктором Дмитрием Ивановичем Зенковым. Договорились, что завтра я всю вторую половину дня буду здесь знакомиться с действием установки при реальной ее работе с возможным измерением некоторых электрических параметров, причем меня будут интересовать только электронные пушки и их электрическое питание, а не механизмы перемещения свариваемых узлов, вакуумные камеры и насосы для них, не системы автоматизации и управления процессами.

На другой день состоялось обширное знакомство с работой ЭЛУ, обслуживающим ее персоналом и одним из основных разработчиков электронных пушек – конструктором Д. И. Зенковым, с которым у меня затем надолго сложились хорошие деловые и личные отношения (см. раздел 15.3). Оказалось, что используемая в электронной пушке в качестве эмиттера электронов (катода) нагреваемая вольфрамовая спираль (типа используемых в световых лампах накаливания) деформируется в процессе ее каления проходящим переменным током и нарушает электронную оптику, задаваемую начальным положением всех электродов пушки, что приводит к изменению размера фокуса пучка и тока электронов в месте сварки металлов и соответственно к изменению характеристик ускоряющего напряжения. Кроме того, ускоряющее выпрямленное напряжение имело достаточно большие пульсации. Да и начальная фокусировка пучка на сварном шве требовала улучшения. В сочетании перечисленные факторы и приводили к колебаниям характеристик пучка во времени – изменению диаметра фокусного пятна пучка и энергии ускорения – и потому нестабильности геометрических размеров сварного шва. Нужно было улучшить фокусировку пучка, уменьшить пульсации и нестабильность напряжения, ввести в состав аппаратуры стабилизации заданной оператором величины тока пучка и придумать что-то, исключаящее изменение геометрии катода. Решение первых трех задач было достаточно ясным, а последней – представлялось проблемным. По вопросам применения термокатодов я неоднократно посещал НИИ «Исток» для консультаций с Н. Д. Девятковым и Г. А. Кудинцевой (см. выше). С ней я съездил в Институт им. Э. Н. Баумана, чтобы ознакомиться с их электронно-сварочными установками. Оказалось, что там применяют в пушках в качестве катодов тоже вольфрамовые спирали и давно борются с их деформациями посредством разного типа упругих держателей спиралей, но пока безуспешно. Поэтому возникла мысль, что надежным эмитте-

ром может служить косвенно нагреваемый катод со слоем LaB_6 на тарельчатой подложке из тантала. Но так как при сварке летят навстречу пучку в вакууме к катоду пары свариваемых металлов и попадают на поверхность эмиттера, то надо было проверить их влияние на плотность тока эмиссии лантан-боридных катодов. Я попросил Кудинцеву оперативно выяснить это, и оказалось, что пары нержавеющей стали и сплавов алюминия сильно изменяют во времени эмиссию таких катодов. Кроме того, это сокращает их срок службы, что усложняло бы управление процессом сварки. Пришлось от подобного катода отказаться. Значит, надо было искать иной катод, температура нагрева которого была бы выше температуры плавления тех металлов, пары которых будут попадать на катод, чтобы они на нем плавилась и тут же испарялись с его поверхности. А материалами таких катодов могли быть только молибден, тантал или вольфрам, нагреваемые до температуры ниже температуры их плавления, составляющей соответственно 2650, 3000 и 3370 °С. Но спирали из этих металлов не подходили. Тогда мне пришла идея использовать в качестве катода сплошной вогнутый диск из тантала как из наиболее конструкционного материала, косвенно нагреваемого бомбардировкой электронами из вспомогательного источника. Проведенные конструктивные наброски форм электродов пушки для ускорения и электростатической фокусировки электронов в ускоряющей промежутке с оконечной фокусировкой пучка на сварном шве с помощью добавочной магнитной линзы, численные оценки параметров такого варианта устройства, а также некоторые модельные эксперименты показали реализуемость новой пушки с улучшенными выходными характеристиками. Ускоряющее напряжение было выбрано регулируемым от 10 до 50 киловольт, а напряжение ускорения во вспомогательном источнике – 800 вольт. Концепция устройства была одобрена Павловским, и он дал указание срочно готовить действующий макет пушки. Однако А. И. не смог дать



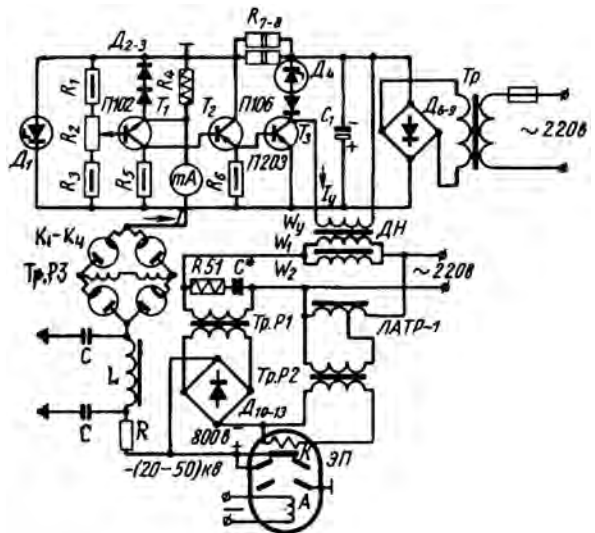
а – общая схема электронно-лучевой пушки;

б – катод Д. И. Зенкова

в помощь кого-нибудь из сотрудников, так как весь персонал был сильно загружен бетатронной тематикой, да и мне сварочная пушка была дополнительной нагрузкой. Я начертил окончательный эскиз пушки (см. рисунок). В ней катод 1 – танталовый диск диаметром 8 мм и толщиной 1 мм – разогревается электронами, эмитируемыми накаливаемой спиралью 2 из танталовой проволоки диаметром 0,5 мм и ускоряемыми в поле, созданном разностью потенциалов 800 В между катодом 1 и спиралью 2.

На расстоянии 1,3 мм от диска расположен управляющий электрод 3 из молибдена для возможной модуляции сварочного тока при подаче управляющего напряжения. Анодный медный электрод 4 с вкладышем из вольфрама и магнитная линза 5 охлаждаются водой, 6 и 7 – свариваемые детали. Изолятор высотой 70 мм (на рисунке не показан) – керамический с вожженным по торцам слоем серебра. Снаружи пушка обдувается воздухом.

Я начертил эскизы всех необходимых деталей устройства, а также толсто-стенной стальной камеры с окнами из свинцового стекла, на которую должна устанавливаться пушка и в которой предстояло помещать пробные свариваемые образцы, перемещаемые вручну посредством герметично и подвижно выведенных наружу штоков. Толстые стекла необходимы были для визуального контроля сварки, а совместно со стенками должны были поглощать возникающее рентгеновское излучение при торможении электронов пучка в свариваемых металлах и защищать персонал от проникающего рентгеновского излучения. Заказал все детали для изготовления, и надо было разрабатывать общую принципиальную электрическую схему макета опытной установки со стабилизацией задаваемого тока сварки, а главное, все это делать, монтировать и отлаживать. Тут уж моих сил и времени явно не хватало, и я сказал об этом Павловскому. Подумав, он дал указание начальнику радиогруппы В. П. Цареву и инженеру группы Б. Г. Кудасову срочно подключиться к данной работе. В результате совместных дружных обсуждений и действий нужная электрическая схема была выбрана. В качестве основного узла, стабилизирующего значение тока пучка электронов с точностью $\pm 0,5$ мА при регулировании его от 80 до 150 мА был взят дроссель насыщения ДН, представляющий собой мощный магнитный усилитель. Он выполнял функцию регулятора, включенного последовательно с нагрузкой – первичной обмоткой разделительного трансформатора Тр.П1. Ко вторичной его обмотке подключен выпрямительный мост Δ_{10-13} для создания ускоряющего напряжения между основным катодом и вспомогательным эмиттером электронов – накаливается спиралью из тантала. Переменный ток через эту спираль подается от трансформатора Тр.П2. Изоляция вторичных обмоток обоих трансформаторов рассчитана на напряжение 70 кВ. Режим работы дросселя определялся током I_y в обмотке W_y , источником которого яв-



Электрическая схема управления пушкой

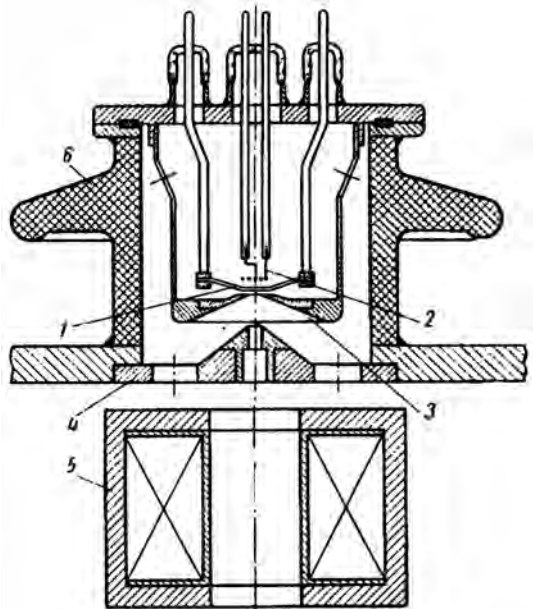
лялся усилитель постоянного тока на транзисторах T_1-T_3 . Входной каскад усилителя T_1 осуществлял функцию сравнения напряжения, создаваемого током I пушки на резисторе R_4 , с опорным напряжением, снимаемым с резисторов R_1 и R_2 . Усиленный сигнал рассогласования воздействует на обмотку W_y дросселя, и последний изменяет мощность подогрева катода так, чтобы свести к минимуму указанное рассогласование. Необходимая величина сварочного тока, определяемая ускоряющим электроны напряжением для разогрева катода и эмиссией спирали, устанавливается регулированием опорного напряжения потенциометром R_2 . Емкость C^* улучшает передачу мощности нагрузке; ее величина подбирается при настройке системы. Основное ускоряющее напряжение создается посредством повышения сетевого напряжения трансформатором $Tr.3$ (показана только его вторичная обмотка), выпрямляется мостом на вакуумных кенотронах K_1-K_4 (тогда высоковольтные полупроводниковые диоды промышленностью не производились) и сглаживается LRC-фильтром.

После сборки пушки и монтажа камеры с вакуумными насосами, изготовления узлов электрической системы и наладки их при нагрузке на имитаторы началась настройка пушки. Быстро были получены необходимые для практической работы зависимости тока сварки в диапазоне его регулирования $I = 5-170$ мА от значения ускоряющего напряжения $U = 10-50$ кВ и мощности разогрева катода от 240 до 330 Вт. Установлена была также зависимость изменения постоянного тока через обмотку магнитной линзы от 0,43 до 1 А от напряжения U и тока I для получения минимального диаметра луча на расстоянии 90 мм от линзы. Проводимость электронно-оптической системы пушки при $U = 20-50$ кВ составила более 90 %. Диаметр фокального пятна при токе 110–130 мА и напряжении 40 кВ равнялся 0,5–0,7 мм. Эмиссия катода из-за небольшой его массы изменялась практически безынерционно при быстрых вариациях мощности нагрева. Ток пучка полностью запирался созданием на управляющем электроде 3 отрицательного потенциала 1000 В по отношению к катоду 1. Была апробирована с положительным результатом сварка разных металлов с получением стабильных характеристик швов. Например, при $I = 120$ мА и $U = 40$ кВ глубина провара сплава алюминия АМц составила более 25 мм при линейной скорости перемещения деталей 16 м/ч (коэффициент шва 10:1).

Для доклада Харитону о внеплановом оперативном выполнении за четыре месяца его задания Павловский попросил меня качественно нарисовать ряд плакатов и графиков и взять с собой образцы сваренных металлов со шлифами поперечных разрезов швов. В моем присутствии в своей кабине Ю. Б. вездливно в «харитоновском стиле» детально все расспросил, задав обилие производственно-технических и технологических вопросов, на ряд которых мы ответить не смогли. Наконец сказал, что все очень здорово получилось, мы хорошо поработали, но, может быть, на продольных разрезах в швах имеются все же газовые пузыри. Вот здесь А. И. оказался на высоте, так как, зная дотошность Ю. Б., заранее попросил механиков разрезать фрезой по длине 150–200 мм швы в стали Ст.3,

нержавеющей стали и сплаве алюминия, но предварительно эти детали на стол не выложил. Павловский медленно и последовательно начал снимать бумажные обертки с деталей и демонстрировать швы Ю. Б. «Да, вы – молодцы. Больше вопросов у меня к вам нет», – завершил свой экзамен Ю. Б. и попросил нас поскорее передать все данные о пушке в технологическое отделение.

Полученная нами информация была доведена до сотрудников технологического отделения, им был передан действующий макет нашей сварочной установки, были продемонстрированы экспериментальные результаты и передано подробное описание конструкции пушки с графиками ее работы и всех электрических зависимостей тока пучка от влияющих на него параметров. Как нам было подтверждено, такие характеристики источника пучка полностью обеспечивали основные требования к сварным швам деталей изделий и скоростям сварки. Теперь на конструкцию подобной пушки решено было в технологическом отделении оформить качественные чертежи (вместо моих эскизов), привязать ее к вакуумным камерам с механизмами перемещения свариваемых узлов и их поворотными приспособлениями с горизонтальной и вертикальной осями вращения, создать с учетом наших наработок новые источники ускоряющих напряжений и систем автоматики управления процессом электронно-лучевой сварки. Группа специалистов во главе с ведущим конструктором Д. И. Зенковым выпустила качественные чертежи на основной узел сварочной установки – пушку, смонтировала ее и провела серию испытаний с доработкой деталей по результатам экспериментов на созданном испытательном стенде (его разработчики Ю. К. Тимонькин и Н. В. Язева). Мне пришлось тоже принять некоторое участие в обсуждении принимаемых решений в процессе разработки конструкции и испытаний пушки. Но главным фигурантом в этих вопросах был Д. И., конструкторскую искру в котором я, по-существу, впервые оценил, так как сам нередко занимался конструированием в силу необходимости и кое-что соображал в этом деле. Но тут я понял, что по сравнению с Д. И. я все-таки дилетант. Зенков участвовал также в разработке камер сварочных установок, приводов движений свариваемых деталей, сварочных приспособлений и многого другого. Отработанный вариант электронно-лучевой сварочной установки сразу начал применяться



Эскиз сварочной пушки

для практических целей, обеспечив максимальную глубину проплавления стале- и сплавов алюминия около 30 мм при отношении глубины к ширине шва на сталях 12:1, на сплавах алюминия – 4:1. Впоследствии Д. И. предложил заменить таблеточный катод и спираль на показанные на рисунке, получив авторское свидетельство на это изобретение, что лучше стабилизировало геометрическое положение этих деталей. В совокупности пушка оказалась настолько удачной, что до сих пор находится в эксплуатации в опытных и серийных производствах отрасли. Подобная ЭЛУ была установлена на заводе ВНИИЭФ для обеспечения удобства проведения заданных технологических операций, стабильности работы и надежности сварных соединений качественными швами.

По предложению руководства технологического отделения Павловский направил меня в 1964 году в Киев с докладом о созданной пушке, где на базе Института электросварки им. Е. О. Патона АН Украины проводилась очередная общесоюзная конференция по электронно-лучевой сварке. (Академик Евгений Оскарович Патон (1870–1953 гг.) – крупный ученый в области сварки металлов и мостостроения; под его руководством построен единственный в мире цельно-сварной мост из алюминиевых сплавов через Днепр.) Я с удовольствием согласился поехать, так как в Киеве ни разу не был и к тому же надеялся на встречу с Владимиром Ластовченко (см. главу 13), уехавшим туда в 1956 году с «объекта» и с которым прервалась письменная связь. Я приготовил от имени А. И. Герасимова, Б. Г. Кудасова, А. И. Павловского и В. П. Царева доклад с серией плакатов и провел надлежащее оформление этих материалов для их открытого опубликования. На конференции я обратил внимание, что все участники давно знакомы между собой по ранее проводимым таким же мероприятиям и совместным исследованиям и разработкам, и только я среди них как «белая ворона». И это дало о себе вскоре знать. Я уверенно доложил с трибуны о стабильно работающей электронно-лучевой пушке и о примененном в ней катодном узле, не изменяющем характеристик от многочисленных пребываний на воздухе и не влияющих на его эмиссию попадающих на него паров свариваемых металлов, о первых результатах сварки металлов и сплавов. Моя информация вызвала значительный интерес, и последовала серия вопросов, в основном хотели узнать и получить дополнительные сведения о пушке, но ряд из них носил провокационный характер и чувствовалось желание посадить москаля-докладчика «в галошу». В таких вопросах особенно отличился О. К. Назаренко, начальник отдела разработки ЭЛУ в Институте электросварки. Подтекст в его постоянных комментариях моих ответов был примерно такой: «Мы являемся специалистами и все давно работаем в области ЭЛУ, но таких стабильных результатов, о каких доложил этот неизвестный молодой человек из какого-то непонятного и дальнего почтового ящика, не имеем. Тут все сведения надо проверять и проверять. Тем более, как говорит сам докладчик, с ним нельзя поехать, чтобы на месте посмотреть устройство в работе. А это уже подозрительно!» Наверняка знал этот специалист, что без предварительного согласования ездить в командировки в «спецконторы» нельзя.

Пришлось мне несколько остудить его, объяснив, что я лично встречу его с делегацией на нашем предприятии и все покажу. Только для этого согласно существующему положению необходимо обратиться к руководству Института атомной энергии в Москве (я выступал под прикрытием этого института) и получить у них разрешение на посещение нашего предприятия. В последующие два дня ко мне подходило более десятка участников конференции, чтобы дополнительно уточнить некоторую информацию по пушке, ну и сказать, конечно, что О. К. Назаренко отнесся ко мне предвзято, ибо он считает себя главным специалистом в СССР по ЭЛУ для сварки. А тут ему показали, как просто надо делать долговечные и стабильно работающие пушки для ЭЛУ. Конечно, у него разыгралась ревность, вот он и попытался затюкать меня вопросами. Хорошо, что я не завелся, а спокойно и достойно ответил ему и всем. Я был горд такой оценкой.

Полдня было посвящено экскурсии по Киеву, и я с удовольствием проехал по городу, побывал на мосту имени Е. О. Патона. Очень красиво расположился город на берегу величественного Днепра, сильно воспетого Н. В. Гоголем и Т. Г. Шевченко. На другой день я уже самостоятельно перешел по указанному выше мосту на другой берег Днепра, где находился живописный песчаный пляж с обилием локальных участков с густыми зарослями кустарников, позагорал и несколько раз искупался. Но, так как «редкая птица перелетит» Днепр, то и я не собирался переплывать его. На пляже я стал свидетелем одного курьезного случая. Недалеко от меня вдруг появились из-за кустов семеро молодых ребят с гитарами и стали довольно профессионально петь дворовые песни (их тогда называли блатными, воровскими или бандитскими; петь такие песни прилюдно было запрещено). Это был явно где-то подпольно спевшийся коллектив. Я пошел к ним, так как люблю подобное творчество, и скоро собралось довольно много зрителей в плавках и купальниках. После каждой песни один из артистов обходил слушателей и собирал в кепку деньги. Примерно седьмой была известная мне песня со строчкой в каждом куплете про Жору:

*Я с детства был испорченный ребенок,
На маму и на папу не похож.*

*И женщин уважал чуть не с пеленок.
Эх, Жора, поддержи мой макинтош!*

*Я был ценитель чистого искусства,
Которого теперь уж не найдешь.*

*Во мне горят изысканные чувства.
Эх, Жора, поддержи мой макинтош!*

Пусть обо мне романы не напишут.

Когда ж по Дерибасовской идешь,

Снимают урки шляпы, лишь слышат:

«Эх, Жора, поддержи мой макинтош!»

И т. д.

Слово «Жора» пропевалось всеми участниками очень синхронно и громко с заменой буквы «о» на обостренное «ё» и с некоторым растягиванием звука. После этой строчки певцы на некоторое время замолкали, а один из них начинал галантно обходить слушающих с висящим рабочим халатом на согнутой руке, повторяя приятным голосом последнюю строку и предлагая желающим подержать макинтош. Такое исполнение народ одарял особо бурными аплодисментами и щедро – деньгами. Стали раздаваться крики: «Бис!», «Браво!», «Еще!» И ребята запели повторно. Но внезапно после второго или третьего куплета из-за кустов шустро подскочили к певцам около десятка милиционеров, скрутили им руки, и, по-видимому, руководитель операции, громко для всех слушателей произнес в радиорупор: «Сейчас все ваши жёрики у меня в КПЗ не только запоют не своими голосами, но и без браво и биса будут всю ночь плясать! В КПЗ они узнают, как беспокоить народ в общественных местах!». Тут же подъехал «воронок», в который грубо затолкали всех артистов.

По возвращении на «объект» я рассказал Павловскому про конференцию и восприятие нашего доклада, выразив сомнение, что организаторы конференции опубликуют его в сборнике трудов. На это А. И. сказал, что, судя по моему рассказу, я задел большую струну разработчиков, которые давно тратят государственные деньги на решение этой проблемы и диктуют всем потребителям лучевой сварки свою научно-техническую политику. А тут не знающие этой тематики люди берутся и решают ее достаточно простым способом, что и подтвердили специалисты технологического отделения, практически показав большую полезность нашей пушки и ее надобность на многих предприятиях СССР. Поэтому описание пушки надо обязательно представить в открытом журнале и как можно скорее. Пусть информацией воспользуются все, кому нужны качественные ЭЛУ. И приказал мне готовить статью в открытый журнал. Я оперативно оформил материал, выбрав для публикации общесоюзное издание «Сварочное производство». И статья сравнительно скоро появилась в печати [40], правда, редколлегия без согласия авторов ее несколько сократила, но сохранила все важные и нужные для воспроизводства конструкции сведения. А в трудах конференции наш доклад так и не появился. В очередной раз проявилась тенденция, как это я отметил в начале данного раздела, что конкурентов, особенно успешных, в науке чтят, но не любят! После опубликования нашей статьи пришли во ВНИИЭФ через ИАЭ им. И. В. Курчатова более десятка запросов с просьбой разъяснить или уточнить некоторые научно-технические аспекты, приведенные в описании электронно-лучевой сварочной пушки. Такого количества писем, как положительной реакции на нашу публикацию, ни до, ни после никогда не было. Конечно, я всем обратившимся отослал ответы.

Установка ЭЛУ с широким набором приспособлений для сварки разнообразной конфигурации и геометрических размеров деталей постоянно совершенствовалась в технологическом отделении ВНИИЭФ и стала лучшей в отрасли с учетом опыта ее широких применений. Чертежно-техническая документация

на нее и источники питания была передана во все серийные предприятия отрасли. Специалисты технологического отделения принимали на местах участие в отладке и настройке сварочного оборудования, во внедрении его в технологические процессы, а также в авторском надзоре. В последние годы в отделении проводятся работы по электронно-лучевой сварке и в интересах народного хозяйства РФ.

В 2006 году был издан сборник [41] в связи с 50-летием со дня образования технологического отделения ВНИИЭФ. На стр. 44 отмечено: «В 1960-х годах для создаваемых в НИО-7 электронно-лучевых установок были выполнены расчеты сотрудниками отделения 4 – академиком РАН А. И. Павловским и А. И. Герасимовым. По этим расчетам было спроектировано в НИО-7 и изготовлено несколько модификаций электронно-лучевых пушек». Приятно было прочитать, что по прошествии более 40 лет наш вклад в общее дело еще не забыт, хотя мы выполнили не только расчеты (см. выше).

Возвращаюсь опять к Кулешову. В 1964 году Г. Д. был назначен руководителем научно-исследовательской группы, а в 1968-м – начальником лаборатории. Решение «трудных» научно-исследовательских и технических вопросов он всегда ставил и обсуждал на общем собрании всех сотрудников лаборатории. Запомнилась его манера разрешать эти вопросы. На собраниях народ шумит, а Г. Д. стоит молча. Его огромные, совершенно особенные, глаза светятся лукавой улыбкой, ему нравится, что народ увлечен и завелся. Через некоторое время Г. Д. все сказанное суммирует, объясняет, что хорошо и что плохо, и озвучивает свой вердикт, который, возможно, созрел только что, а вероятнее всего, уже давно все-сторонне и глубоко им продуман, и найденное решение, как оказывалось позже, было наиболее рациональным.

Последовательно были созданы и внедрены в практику исследований установки БИМ-234Г с $R_0 = 23,4$ см (1965 г.), БИМ-117-500Г (1967 г.) и наиболее мощная – БИМ-234-2000Г (1970 г.) [42]. Она позволяла получать электроны с энергией 100 МэВ. В данном случае максимальное магнитное поле на равновесной орбите равняется 1,4 Тл, а в центральной катушке – около 5 Тл при токе через проводник (медная трубка) обмотки около 100 кА. Это был генератор тормозного излучения с рекордными на то время параметрами, превосходящими характеристики используемого для аналогичных целей в США ускорителя ФЕРМЕКС (PHFERMEX). Увеличение энергии инжекции электронов до 2 МэВ обеспечило захват в ускорение большого объемного заряда и последующее ускорение электронов с током 60 А. Однако достигнутый уровень тока оказался меньше ожидаемого при такой энергии инжекции. (Изучение этого вопроса производилось позже под руководством Ю. П. Куропаткина уже без моего участия и после переезда Г. Д. Кулешова в Москву. Повышение тока сверх указанного было достигнуто введением в бетатронное поле локального его возмущения, затухающего во времени. При оптимальных соотношениях возмущающего и бетатронного полей, геометрии и скорости затухания реализуется многооборотный механизм

захвата электронов в ускорение и величина циркулирующего тока возрастает до 280 А, что является до настоящего времени рекордным для циклических ускорителей.) В 1967 году одна из бетатронных установок типа БИМ-117 была введена в работу в НИИИТ (г. Москва) для контроля характеристик и калибровки разрабатываемых там детекторов проникающих излучений; в монтаже этой установки, запуске ее в эксплуатацию и обучении персонала работе на ней основное участие от ВНИИЭФ принимал А. Д. Тарасов. Пульты управления для всех перечисленных установок разрабатывал В. П. Царев с сотрудниками своей радиогруппы. Вклад руководителя научно-исследовательской группы и затем начальника лаборатории Г. Д. Кулешова благодаря его организаторскому таланту, ясному уму и огромной работоспособности являлся основным.

Меня в середине 1964 года назначили руководителем научно-исследовательской группы, и я все меньше стал участвовать в бетатронной тематике. В состав группы входили инженеры А. П. Клементьев, Е. Г. Дубинов, В. С. Босамыкин и несколько лаборантов. Практически в период 1965–1969 годов я полностью переключился на создание нового технического типа сильноточного импульсного линейного ускорителя электронов (см. раздел 15.3) и только изредка привлекался к обсуждению некоторых научно-технических вопросов, касающихся гаммаграфических установок. Правда, после 1969 года пришлось снова плотно поработать и на бетатроне, когда потребовалось экспериментально проверить теоретические закономерности влияния параметров релятивистской наносекундной инжекции на захват электронов в циклическое ускорение.

В 1971 году А. И. Павловский стал начальником отделения фундаментальных и прикладных исследований и одновременно начальником отдела и лаборатории [43–45]. Круг его научных и административно-хозяйственных обязанностей сильно расширился. Он начал меньше уделять внимания бетатронам, не очень поощрял новые исследования по этому направлению, считая, что основные задачи уже решены и надо только поддерживать работоспособность действующих установок. Г. Д. был не согласен с этим и аргументированно доказывал возможность существенного улучшения характеристик бетатронов, расширения областей их применения. На почве разногласий с А. И. стала возникать неудовлетворенность работой, тем более что А. И. начал ограничивать материальное и кадровое обеспечение этих работ. Однако при ведущем научном участии Г. Д. был выполнен значительный цикл новых исследований, в том числе по использованию принципа сильной фокусировки в бетатроне, формированию бетатронного поля с помощью профилированных экранов, запитке электромагнита от магнитокумулятивного генератора, применению в диодах инжекторов катодов со взрывной эмиссией, переводу бетатрона в частотный режим, изучению инжекции из линейного импульсного ускорителя и т. д. Тем не менее Г. Д. стал искать возможность приложения своих знаний и опыта в других направлениях.

Г. Д. очень серьезно относился к выдвижению своих сотрудников на те или иные поощрения. Уж если он представлял кандидатуру, то, значит, заранее

изучил все плюсы и минусы этого человека, взвесил все доводы в его защиту по сравнению с другими конкурентами. Я как председатель производственной комиссии месткома физического отделения был обязан принимать участие в обсуждении претендентов на разные поощрения и выборе, как правило, единственного кандидата от физического отделения. Не было ни разу, чтобы Г. Д. не смог доказать правильность и обоснованность выбора своего сотрудника. Так представлял он и меня на благодарность Правительства СССР, затем в 1971 году – на награждение орденом «Знак Почета».

В 1971 году по инициативе Г. Д. и формально в соавторстве с А. И. Павловским и мной были обоснованы необходимость и возможность создания во ВНИИЭФ сильноточного импульсного «безжелезного» (т. е. без массивных тороидальных ферромагнитных сердечников) линейного ускорителя электронов ЛИУ-30 (30 МэВ, 100 кА, 25 нс) с использованием в его индукторах накопителей энергии в виде радиальных линий, причем в качестве эффективной изоляции в них впервые предложено применение очищенной и деионизованной воды, а на базе этого ускорителя в составе с быстрым ядерным реактором БР-1 и ударными стендами – создание первого в мире облучательного комплекса ПУЛЬСАР для моделирования в лабораторных условиях воздействия поражающих факторов ядерного взрыва на образцы военной техники. На это предложение был составлен и оформлен в 1971 году соответствующий отчет, который был одобрен и утвержден Ю. Б. Харитоном. Следует отметить, что Ю. Б., одним из первых в СССР понявший перспективность и необходимость изучения и отработки радиационной стойкости специальной техники первоначально в лабораторных условиях, высоко оценил это предложение и поддержал необходимость практической реализации идеи. Однако как в верхних эшелонах, так и у ряда руководителей во ВНИИЭФ было много сомнений, а то и просто отрицания необходимости затрат на такие работы, ибо полного сочетания всех реально возникающих при ядерном взрыве физических воздействий и их величин смоделировать нельзя. Но, по убеждению Ю. Б., следовало ожидать, что даже при частичном их моделировании будет существенная польза, а в конечном итоге – сокращение времени на создание спецтехники и значительная экономия средств.

Применительно же к данному предложению во ВНИИЭФ уже имелся опыт разработки и использования аperiодических ядерных реакторов и ударных стендов, а вот нужный ускоритель ЛИУ должен был быть создан впервые в мире. Для этого следовало решить ряд крупных научно-технических проблем, среди которых главными являлись осуществление синхронного включения с наносекундной точностью (10^{-9} с) нескольких тысяч разрядников на рабочее напряжение около 500 000 В и эффективная транспортировка пучка электронов с током около 100 000 А на расстояние в несколько десятков метров. Любопытно отметить, что касательно первой задачи В. А. Цукерман заявил на научном семинаре о невозможности в принципе достичь этого; если кто-то решит подобную

проблему, то он на таком же семинаре съест свою шляпу (когда же был создан ускоритель, В. А. ошибку свою признал, но шляпу пожалел).

В США к этому времени начали создавать ЛИУ с использованием громоздких и дорогостоящих ферромагнитных тороидальных сердечников из специальных материалов. Такие ЛИУ представлялись перспективными при частотных режимах и при небольших импульсных ускоряемых токах. В СССР же технология изготовления нужных сердечников отсутствовала. А, главное, предложенный «безжелезный» ЛИУ должен быть более сильноточным, меньше по габаритам, проще в изготовлении и дешевле со всеми вытекающими отсюда положительными последствиями.

Особенностью комплекса ПУЛЬСАР являлось моделирование многофакторного воздействия на испытываемое оборудование при синхронном срабатывании ряда электрофизических установок и в первую очередь ускорителя ЛИУ-30 и ядерного реактора с компактной металлической активной зоной БР-1. После одобрения научным руководством ВНИИЭФ данного предложения были развернуты коллективом во главе с А. И. и Г. Д. широким фронтом интенсивные исследования по изучению большого круга задач по созданию ускорителя. Направление безжелезного ЛИУ-строения стало очередным научным и жизненным увлечением Г. Д. Здесь особенно ярко проявились талант и колоссальнейшая работоспособность Г. Д. К середине 1973 года были экспериментально подтверждены технические возможности разработки такого ускорителя. В этом же году была оформлена документация на эскизный проект ЛИУ-30, и он был защищен и одобрен на коллегии Министерства среднего машиностроения в 1974 году. В следующем году было выпущено постановление ЦК КПСС и СМ СССР о создании во ВНИИЭФ комплекса ПУЛЬСАР и определено для этого соответствующее финансирование. Однако уже в 1973 году стало ясно, что изготовление на заводах СССР для ЛИУ узлов из нержавеющей стали диаметром до 3 м с высочайшей точностью обработки займет минимум 10 лет. Кроме того, необходимо было построить специальные здания для размещения комплекса. Поэтому по инициативе Г. Д. было решено быстро создать меньший образец такого ЛИУ, названный ЛИУ-10 (на энергию ускорения около 10 МэВ), с диаметром узлов около метра из нержавеющей стали, который можно было изготовить в механическом цехе физического отделения. Этот ускоритель разместили в имеющемся здании, перестроив ряд его помещений. Во главе с Г. Д. коллективом (А. И. Герасимов, А. П. Клементьев, В. А. Тананакин, Е. Г. Дубинов) было разработано в 1973 году расширенное техническое задание на проектирование установки ЛИУ-10 с учетом уже имеющихся наработок по ЛИУ-30, и были начаты соответствующие экспериментальные исследования.

Тем не менее, А. И. принял в конце 1974 года, не переговорив предварительно с Г. Д., решение о передаче всех работ по ЛИУ-10 в свою лабораторию и о формировании для их проведения группы во главе с В. С. Басамыкиным, который до этого времени не принимал участия в исследованиях по ЛИУ-30. Ка-

залось, начавшийся когда-то конфликт между ними уже затух, а теперь, с учетом нового взаимного непонимания, обострился вновь, и Г. Д. стал искать возможность перейти из ВНИИЭФ на работу в другую организацию.

В начале 1975 года Г. Д. был избран по конкурсу на должность старшего научного сотрудника и начальника лаборатории физико-технических проблем в Институте высоких температур АН СССР (ИВТ АН, г. Москва) и перешел туда работать, а затем в той же должности – в Научно-исследовательский центр теплофизики импульсных воздействий объединенного ИВТ АН. Небезынтересно отметить, что А. И. на заявлении Г. Д. директору ВНИИЭФ с просьбой разрешить перевод его в Москву написал резолюцию: «Переход Кулешова Г. Д., одного из наиболее квалифицированных специалистов сектора, крайне нежелателен для отдела, сектора и института». Но по существующим тогда правилам избранного по конкурсу удерживать на прежней работе было нельзя.

Г. Д. соавтор около 80 научных работ и 7 изобретений, которые, как правило, готовил и оформлял сам, ибо не любил каких-либо небрежностей в таких материалах. Я тоже являюсь с ним соавтором 32 научных работ и одного изобретения. Занимался Жора и общественной работой: был комсоргом отдела, руководителем и организатором научных семинаров, уполномоченным БРИЗа, членом библиотечного совета и др. Ему одному из первых было присвоено звание «Ударник коммунистического труда».

Г. Д. очень любил природу, особенно нравилось ему собирать грибы. Обнаружив их урожайные места, он по возвращении из леса тут же сообщал мне об этом. Часто выезжал с ночевкой на Мокшу посидеть на берегу просто так или с удочкой. Любил ловить раков в норах речных обрывов около Пурдошек и меня обучил так их добывать.

Будучи в командировках в Москве, я обязательно встречался с Г. Д., как правило, ночевал у него, не раз был в ИВТ, знакомился с разрабатываемыми там установками, проводимыми исследованиями. Чувствовалось, что авторитет его в коллективе очень высокий. Характер Г. Д., казалось, не изменился, как и его отношения с окружающими, но он стал более общительным. Г. Д. постоянно интересовался результатами наших работ, особенно тех, к которым ранее имел прямое отношение, рассказывал о своих делах, поездках за границу. Он много занимался вопросами создания и экспериментального исследования длинноимпульсных (до нескольких секунд) сильноточных электронных ускорителей для специальных применений, а затем достаточно успешно – частотных источников высокого напряжения для различных технологических целей. В частности, под его руководством были разработаны применительно к этим источникам эффективные коммутаторы в виде нескольких вариантов управляемых разрядников с неподвижными и вращающимися электродами на рабочее напряжение 20 000 В и частоту до 3000 Гц при непрерывной работе от трех месяцев до года. Были созданы эффективные системы электродов со стримерным и коронным разрядами для воздействия на дымовые отходы тепловых электростанций и котельных систем

теплоснабжения и удаления из дыма экологически вредных образований. На основе этих и других исследований были разработаны совместно с ГНЦ «Гинц-ветмет» опытно-промышленные установки для очистки сбросных газов от диоксида серы и окислов азота с использованием частотных генераторов импульсов субмикросекундной длительности с выходной средней мощностью до 60 кВт. Одной такой установкой была оборудована ТЭЦ в Челябинске, пять установок поставлены в Южную Корею и одна – в Китай. Г. Д. не раз выезжал в эти страны по разным вопросам реализации контрактов и авторского надзора. В 1998 году планировалось его участие на совещании в Московской мэрии, где должен был решаться вопрос об оснащении дымовых труб Москвы подобными очистными установками, а Жора должен был выступить с основным докладом по устройству и характеристикам этих установок.

Окончательно подготовив презентацию своего доклада за неделю до назначенного срока, Г. Д. выехал на неделю в отпуск в Калужскую область. Свою палатку он поставил на территории кемпинга на берегу реки Угра в красивой лесистой местности. Он до этого уже бывал здесь не раз. Супруга по ряду обстоятельств поехать с ним не смогла. И вот там он и был убит поздно вечером тремя бандитами, один из которых, как это выяснилось на суде, в поисках жертвы появился накануне с корзиной, рассказал, что он заблудился в лесу, и Г. Д. оставил его ночевать в своей палатке. Тип этот оценил, что «клиент» достаточно богат и можно насильно заставить его поехать в Москву на квартиру, где банда может многим поживиться. Через два дня на берег подъехали еще двое на своей автомашине, совершили бандитское черное дело, забрали палатку, лодку, избитого Г. Д. и его машину, а также и все остальное имущество, симитировав быстрый отъезд отдыхающего. По-видимому, Г. Д. сильно сопротивлялся поездке в столицу, так как бандиты подвергли его сильным издевательствам и пыткам. Тело было вывезено в Смоленскую область и спрятано в реке под мостом. Когда же в понедельник Г. Д. не появился на заседании Московской мэрии, то руководство ИВТ было этим очень удивлено, зная его пунктуальность и обязательность. Рассказывали, что мэр Москвы Ю. М. Лужков сильно возмутился отсутствием основного докладчика, а получив информацию о деловых качествах пропавшего, дал указание Управлению МВД г. Москвы срочно разыскать его. Начались интенсивные поиски и тут же выяснилось, что случилась трагедия. Тело обнаружили в Смоленской области, а вскоре поймали с поличным всех бандитов, которых осудили на сроки от 18 до 23 лет. Я впервые лично ощутил малость наказания за гибель очень близкого мне товарища и друга. Трагическая смерть Георгия Даниловича явилась вопиющей несправедливостью судьбы.

У Г. Д. остались от первого брака дочь 1960 года рождения и внучка, которые живут в Москве.

Памятью о Г. Д. является и то, что бетатронные установки, дальнейшим развитием и совершенствованием которых успешно занимается его ученик – кандидат физико-математических наук Ю. П. Куропаткин, служат основным

рентгенографическим средством исследований быстропротекающих процессов, в том числе, при газодинамических отработках ядерного оружия. Созданный же облучательный комплекс ПУЛЬСАР, у истоков которого стоял Г. Д., является гордостью ВНИИЭФ и России.

В моей памяти и памяти всех коллег по работе во ВНИИЭФ Георгий Данилович остался как Человек с большой буквы. Прошло более 10 лет, как нет Жоры, но боль о нем в моем сердце до сих пор не затихает. Помнят о нем и многие сотрудники ИВТ РАН (г. Москва).

В 1956 году после окончания физфака МГУ появился в группе Павловского инженер – Глеб Владимирович Склизков (1932 года рождения). Он сразу активно подключился к проводимым исследованиям. В первую очередь ему поручили получить теоретические зависимости захватываемого в бетатронное ускорение заряда пучка инжектируемых электронов от большого числа технических характеристик ускорителя и электрических параметров инжекции, в частности, от размеров области устойчивости; скорости нарастания магнитного поля; формы и длительности импульса тока инжекции; максимальной энергии инжектируемых электронов и т. д. В научно-технической литературе некоторые из этих зависимостей были опубликованы, но они значительно различались между собой; в нашем же случае нужно было знать их точно для оценки перспектив повышения просвечивающей способности бетатронов. Найденные Глебом закономерности и их численная обработка показали затем хорошее совпадение с экспериментально измеренными в «чистых условиях» (в отсутствие в бетатроне ферромагнитного сердечника с его нелинейными характеристиками) и стали своего рода эталонными. Проведенные Г. В. изыскания надолго определили его интерес к бетатронной тематике и позволили получить важные результаты, использованные в конструкциях конкретных установок. Наряду с теоретическими исследованиями Глеб непосредственно разработал ряд устройств и узлов, нашедших широкое применение не только в бетатронах, но и в серии физических установок другого назначения. «Классическим» примером является точно синхронизируемый управляемый разрядник РАП (разрядник атмосферный пятиэлектродный), на который была оформлена типовая конструкторская документация и который длительно изготавливался отдельными партиями на рабочее напряжение 50, 75 и 100 кВ и после переезда Г. В. в Москву. Вторым примером служит генератор высоковольтных трапецидальных импульсов на основе коаксиальных кабелей, соединенных на входе параллельно, а на выходе – последовательно на время удвоенного пробега по каждому из них электромагнитной волны. На оба этих технических решения были получены авторские свидетельства на изобретения, они официально были признаны внедренными в действующие установки, их описания опубликованы в журнале «Приборы и техника эксперимента», в книгах по высоковольтным коммутаторам и генераторам импульсов. У меня совместно с Г. В. есть одно изобретение, публикации в журналах: «Схема точного запуска генератора импульсных напряжений» // Техническая информация, 1960, № 10; «Ударный генератор с по-

вышенной точностью срабатывания» // ПТЭ, 1963, № 5; «К вопросу о зависимости интенсивности бетатрона от энергии инъекции» // ЖТФ, 1963. Т. 33, № 3; «Сильноточные безжелезные импульсные бетатроны» // ДАН СССР, 1965. Т. 160, № 1.

Много внимания и времени Глеб уделял экспериментальному изучению характеристик узлов бетатронов, их усовершенствованию и отладке на рабочие параметры, выводу на стабильное долговременное функционирование, измерению выходных характеристик установок. Я вместе с ним тоже достаточно много занимался этими процессами. Однажды в вечернюю смену (а часто вели работы в три смены) мы занимались наладкой одного из новых бетатронов, размещенного от пульта управления дистанционно в подвальном помещении одноэтажного здания за толстыми защитными бетонными стенами. Все режимы действия узлов мы задавали с пульта, а электрические, импульсные и временные параметры и процессы контролировали визуально посредством серии осциллографов или фотографируя импульсы с их экранов. Все шло по плану, пока не почуяли запах гари. Выключив пульт, мы бросились в подвал. Там было все в дыму, а на мощной батарее из конденсаторов с масляной изоляцией полыхал огонь. Горели полиэтиленовая изоляция на концах освобожденной от внешней металлической оплетки связки кабелей и корпус плексигласовой коробки с некоторыми цепями электроники. Мы сняли быстро огнетушители и пеной в две струи залили пламя. Только после этого мы немного пришли в себя, поняв, что предотвратили большую беду. Если бы разгерметизировался или взорвался от нагрева хотя бы один конденсатор, то пары масла тоже бы взорвались или вспыхнули огромным пламенем, и пожара в помещении вряд ли удалось избежать (позже конденсаторы заменили с изоляцией негорючей жидкостью – саволом, но зато экологически вредной и опасной для здоровья). Работу мы прекратили, открыли для проветривания окна в здании и решили о загорании никому не сообщать, чтобы не проводить на другой день официального комиссионного расследования происшествия с оформлением соответствующих документов. Главное же, это могло надолго задержать наладку установки. Убрали ветошью пену с оборудования и пола, стерли копать. Наведя относительный порядок, стали выяснять причину возгорания. Наиболее вероятным был электрический пробой между центральной жилой и оплеткой одного из концов кабелей по поверхности полиэтилена с образованием здесь проводящего сажевого канала. При очередных приложениях квазипостоянного высоковольтного напряжения к кабелю ток по этому каналу нагрел полиэтилен до температуры его вспышки, и он загорелся, хотя установка продолжала нормально функционировать. Мы восстановили ее работоспособность, обрезав обгоревшие концы кабелей, которые выбросили вместе с коробкой подальше от здания на улицу, доработали и соединили должным образом концы оставшихся кабелей и смонтировали запасные электронные цепи в новой коробке. Включили осторожно установку, и она нормально в экспериментальном режиме заработала. Но, решили судьбу далее не испытывать и прекратили опыты, здание проветривали еще более двух часов.

На следующий день пришли утром на работу раньше всех. Запах гари распространился по всему зданию, и вопросов о причине этого было не избежать. Поэтому попросили А. И. Павловского собрать всю дневную смену и сообщили, что загорелся конец кабеля, возможно, от пробоя полиэтиленовой изоляции и потому надо обязательно через каждые 15–20 минут спускаться в подвал для визуального контроля состояния оборудования. Так впрямь и делали.

А еще с замиранием сердца вспоминаю такой случай. Как-то при экспериментах на бетатроне перестал запускаться с пульта сильноточный разрядник, подключающий конденсаторную батарею с энергозапасом 300 кДж (эквивалент 100 граммов взрывчатого вещества) к электрообмотке бетатрона. По приборам было видно, что батарея заряжена полностью. Убедившись еще раз, что это так, Глеб сказал, что он спустится в подвал и осмотрит состояние разрядника и других устройств не входя за ограждение, а я должен следить за показаниями приборов. Вдруг раздался громовой звук взрыва. Я бросился в подвал и увидел Глеба, сидящего в странной позе у приоткрытой двери в ограждении. Впереди него сверху висело зеленоватое облачко, а оштукатуренные стены подвала закрывал распространяющийся слой пыли. Подскочив к Глебу и взяв его за руку, я понял, что он жив: «Глеб! Ты живой? Нигде ничего не болит?». «Кроме гула в ушах, все в порядке», – громко ответил он. А оказалось следующее. Спустившись в подвал, Глеб, несмотря на обещание не прикасаться к двери в металлическом сетчатом ограждении, по-видимому, машинально отодвинул запорную задвижку и приоткрыл дверь, разомкнув контакты блокиратора, по команде которого замкнулась цепь (так предусмотрено по правилам техники безопасности) разрядки батареи на бустерную однослойную катушку индуктивности из медного провода диаметром 4 мм. Катушка не предназначалась для пропускания всей запасенной энергии батареи (а только не более 20 % от этой энергии), и от резкого перегрева сильным током и действия пондеромоторных сил витки катушки разорвались на кусочки длиной от 0,5 до 3 см, которые со скоростью пули разлетелись радиально во все стороны и глубоко вонзились в штукатурку стен, образовав пыль. А зеленое облако создали окислившиеся кислородом из воздуха аэрозоли паров меди. Взрыв катушки и оглушил Глеба. Но самое большое изумление и одновременно большую мою радость вызвало то, что ни один из многочисленных кусочков медного провода не задел Глеба. Это было чрезвычайно редкостным везением. Об этом смертельно опасном происшествии мы рассказали лишь Павловскому. И тогда были приняты дополнительные меры, предотвращающие повторение подобного. А из штукатурки я и Глеб еще в течение нескольких дней выковыривали кусочки провода, предотвращая вопросы любопытствующих о непонятно и зачем-то это сделанном кем-то специально.

В свободное время Глеб увлекался сборкой пленочных магнитофонов, которые только что начали распространяться в СССР. Но купить их было практически невозможно, так как они привозились главным образом из-за рубежа. Сделав магнитофон, Глеб его работу мне неоднократно демонстрировал. Он постоянно

модернизировал и улучшал конструкцию. И я при его консультации тоже смонтировал подобный магнитофон.

В 1962 году у родителей Глеба возникла в Москве ситуация, когда заброшенная на него жилплощадь могла пропасть из-за переезда родителей в другой дом. И по этой серьезной причине Г. В. уволился из ВНИИЭФ и поступил на работу в Физический институт им. П. Н. Лебедева (ФИАН СССР) в лабораторию ставшего в 1964 году лауреатом Нобелевской премии академика Басова. В ФИАН, к удивлению многих, и поступило в 1963 году официальное сообщение о присуждении молодому малоизвестному инженеру Г. В. Склизкову звание лауреата Ленинской премии в области науки и техники (за ведущий вклад в создание и применение во ВНИИЭФ нового технического типа ускорителей – безжелезных бетатронов). Глеб защитил кандидатскую и докторскую диссертации по лазерной тематике, стал профессором. Читает по совместительству лекции по общей физике в Физико-техническом институте в г. Долгопрудном.

Где-то в 1963 году я заехал в ФИАН к Глебу. Накануне этого большой резонанс во ВНИИЭФ вызвала опубликованная статья Н. Г. Басова и О. Н. Крохина об осуществлении не позднее чем через 10 лет управляемого термоядерного синтеза периодическим облучением по сферической поверхности твердых мишеней (крупинки из смеси дейтерия с тритием) серией воздействия на них импульсами сфокусированных мощных лазерных пучков (впервые такую возможность Басов объявил еще в 1961 г.), и реакторы на основе данного явления обеспечат человечество дешевой тепловой и электрической энергией на неограниченный срок. Наслушавшись и начитавшись об этой проблеме и не являясь специалистом в лазерной области, я в разговоре с Глебом высказал гордость за нашу советскую науку и свой восторг о перспективах счастливой жизни моей и его, а также всех людей на нашей планете. Но Глеб рассмеялся и сказал: «Это конъюнктурное рекламно-политическое и обычное для Николая Геннадьевича заявление, поднятое в средствах массовой информации с целью еще раз пошуметь о нем. Указанные сроки никак не соотносятся с реальностью. Лазер – это красивая и интересная физическая игрушка. Я неплохо изучил ее и представляю будущее. Поверь, что и через 30 лет такого реактора не будет. Если будем тогда живы, то встретимся и вспомним мой прогноз». И действительно, прошло уже почти 50 лет, а до обещанного лазерного термоядерного реактора еще очень и очень далеко. Так что провидчество Глеба, к которому я отнесся тогда со скептицизмом, больше доверяя академику, оправдалось на данный момент с лихвой. Тем не менее следует отметить, что ученые США соорудили новую мощную национальную лазерную установку NIF в Ливерморской национальной лаборатории им. Лоуренса, в которой 192 ультрафиолетовых луча с общей энергией 2 МДж и длительностью около 10^{-9} с будут фокусироваться на мишень миллиметрового размера. По расчетам при этих условиях, аналогичных происходящим в ядрах звезд, мишень должна обожиматься до давления 100 млрд. атмосфер и разогреваться до 100 млн. градусов, чего достаточно для начала процесса термоядерного

синтеза в водородной мишени. По плану установка должна была начать работать в 2009 году, но я не слышал об успешных экспериментах на ней.

Как-то в 1970-х годах я заехал к Глебу после возвращения его из очередной командировки в США, где он участвовал в международной конференции. Он угостил меня привезенным оттуда хваленым виски в очень красивой упаковке, который я воспринял как плохой деревенский российский самогон. Затем Глеб показал мне американскую газету со статьей, рассказывающей, как Глеб посадил на этой конференции «в галошу» группу ученых США, выступивших с докладом и обосновавших избавление Земли от радиоактивных отходов ядерных реакторов путем направления их с помощью космических кораблей к солнцу, которое испарит корабли вместе с этими продуктами и безопасно для землян рассеет все в пространстве. А Глеб накануне отъезда на конференцию прочитал студентам ФТИ лекцию о солнечном ветре и решил с ними на эту тему несколько задач. Услышав сообщение ученых, Глеб вспомнил про свою лекцию и тут же провел некоторые количественные оценки физики явления, а затем выступил в прениях по данному докладу и показал, что солнечным ветром значительное количество радиоактивных веществ будет обратно занесено в атмосферу Земли и затем попадет на ее поверхность. Возникла оживленная дискуссия, и долго прорабатывающие проблему избавления Земли от радиоактивных отходов ученые США признали, что они не учли действие солнечного ветра.

Впервые в начале 1993 года в ФИАНе я узнал от Глеба и заместителя директора института, доктора физико-математических наук Л. К. Стародуба об организации в России в 1993 году зарубежными странами Международного научно-технического центра (МНТЦ) с целью привлечения к конверсионным исследованиям и работам ученых ядерно-оружейного комплекса, оказавшихся безработными или не у дел из-за отсутствия или недостаточности финансирования оружейной тематики. Л. К. Стародуб уже был назначен по совместительству экспертом МНТЦ. Мне дали почитать Положение о МНТЦ, и Стародуб дополнительно разъяснил некоторые тонкости организации контактов с центром. Так как ФИАН самостоятельно не мог работать по проектам центра, а только совместно с оружейными организациями России (они были перечислены отдельным списком, и ВНИИЭФ в него входил), то у Склизкова и Стародуба возникла идея сочинить в темпе такой проект от ВНИИЭФ и ФИАН. Мы вчерне обговорили, что темой проекта могло бы быть теоретическое и экспериментальное изучение вопроса инъекции в безжелезный бетатрон высокоэнергетичных (порядка 1 МэВ) электронов из твердотельной мишени при облучении ее мощным сфокусированным импульсным пучком лазера, что не требовало бы использования генератора высоковольтного импульсного напряжения, ускоряющего электроны в инжекторе. Договорились, что руководителем проекта от ВНИИЭФ буду я, и еще с ним будут участвовать Ю. П. Куропаткин, А. Д. Тарасов и другие сотрудники. Успели сочинить даже основные положения проекта, программу работ и сроки их выполнения. С тем я и уехал, забрав с собой копию Положения о МНТЦ, а

фиановцы обязались быстро оформить все необходимые для проекта документы и прислать мне. По возвращении во ВНИИЭФ я рассказал о центре начальнику отдела и заместителю начальника физического отделения по ускорительной тематике В. С. Босамыкину (А. И. Павловский скоропостижно скончался в феврале), дал ему для ознакомления Положение и рассказал о возможности совместной – ВНИИЭФ и ФИАН – подаче первого проекта в МНТЦ для дальнейшего его рассмотрения и оформления в предписанных инстанциях. Оказалось, что Босамыкин некоторые разговоры о МНТЦ слышал, но никаких документов еще не видел и потому возьмет Положение с собой для изучения. На другой день В. С. сообщил, что МНТЦ – очень нужная и своевременная для оружейных ученых России организация, но мы во ВНИИЭФ таким путем не пойдем, тем более что кто-то будет получать «баксы», а кто-то – наши «деревянные» рубли. Сказал, что скоро мы добьемся нормального финансирования и все работы снова начнут развиваться как во времена СССР. И в это он сначала очень верил. Я вынужден был передать нашу отрицательную информацию о проекте в ФИАН, и дело с первым совместным проектом в МНТЦ закрылось. Нужно заметить, что несколько позже, став начальником физического отделения, Босамыкин резко изменил свое мнение о МНТЦ и был участником ряда «баксовых» проектов.

У меня с Глебом и его супругой Лидией Федоровной (она тоже закончила МГУ, работала во ВНИИЭФ) поддерживаются дружеские отношения. Будучи в Москве, я всегда стараюсь встретиться с ними, повспоминать события минувших дней, поговорить о бывших коллегах, новостях науки и техники. Склизковы после переезда в Москву побывали в Сарове только через 40 лет в 2002 году, когда я оформил им официальное приглашение на торжественное мероприятие в связи



Слева направо: Ю. П. Куропаткин, Г. В. Склизков, я, В. Д. Селемир

с 50-летием физического отделения. Лидия повстречалась с еще работающими и находящимися уже на отдыхе коллегами, а Глеб выступил на торжественном юбилейном собрании, побывал на ряде физических установок и посмотрел новые конструктивные варианты бетатронов. Супругам Склизковым, конечно, было интересно снова оказаться на местах, связанных с их молодыми годами, увидеть сильно изменившийся и разросшийся город с частично восстановленным красивым монастырским комплексом. Об их пребывании в Сарове осталась у меня серия памятных фотографий.

Вернусь к продолжению работ по бетатроностроению. Часть этой информации уже изложена выше при представлении деятельности в этом направлении Кулешова и Склизкова, а также в работах [51–54]. Я уже отмечал, что с 1965 года занимался новыми исследованиями по созданию линейных ускорителей электронов, изредка привлекаясь Павловским и Кулешовым к бетатронной тематике. Поэтому кратко расскажу об участниках работ по этому направлению. В середине 1960-х годов Г. Д. совместно с Л. Н. Робкиным и А. С. Федоткиным выполнил цикл расчетных и экспериментальных работ по изучению возможности создания ускорителей, в которых бетатронное поле формировалось посредством профилированных экранов. Здесь были достигнуты определенные успехи, что позволило провести опыты по запитке экранов сильным током от магнитокумулятивных генераторов. Апробировался и принцип сильной фокусировки ускоряемого пучка. К сожалению, в силу объективных и субъективных факторов эти достижения развиты не были.

После ухода из ВНИИЭФ Г. Д. Кулешова начальником лаборатории был назначен В. Н. Суворов. В ней небольшая группа Куропаткина выполнила с 1975 года значительный цикл опытно-конструкторских разработок совместно с группой радистов Б. Г. Кудасова по переводу работы бетатрона в частотный режим. Привлеченный к участию в бетатронной тематике В. А. Тананакин предложил и обосновал целесообразность применения в диодах инжекторов катодов со взрывной эмиссией электронов, и только они стали использоваться с 1972 года. В 1982 году была введена в эксплуатацию установка БИМ-234-1000 с мегавольтным инжектором на основе источника импульсного напряжения в виде двойной формирующей линии (линии Блюмлайна). Система управления для установки разработана под руководством Г. М. Спинова. И если раньше Павловский к развитию работ во главе с Ю. П. относился как бы безразлично, то теперь он снова начал проявлять интерес к ним и участвовать в обсуждениях и решениях ставящихся Куропаткиным задач. С начала 1980-х годов в коллектив «бетатронщиков» были включены уже опытные инженеры Б. А. Афанасьев, Е. Г. Дубинов, А. П. Клементьев, Л. А. Малов, Т. А. Ахмяров и молодые специалисты Н. В. Минашкин, В. Д. Мироненко, В. К. Смирнов. Был проведен обширный цикл расчетных, конструкторских и экспериментальных работ по созданию узлов и устройств нового поколения для гаммаграфических установок. А. К. Гренадеров разработал индукционный измеритель циркулирующего тока пучка электронов

на орбите, позволивший в условиях сильных магнитных полей электромагнита корректно измерять характеристики тока и анализировать эффективность новых технических решений ускорителей. Электромагнит с двухслойной обмоткой предложил Д. И. Зенков, что позволило лучше симметризовать магнитное поле в области ускорения и снизить неоднородность поля до 0,1 %. За счет более равномерного пространственного распределения токов электромагнита существенно расширилась область удержания пучка. Выход тормозного излучения в бетатронах с новым электромагнитом оказался в три раза больше, чем в прототипе. Следует подчеркнуть, что влияние погрешностей структуры магнитного поля оказалось выше, чем можно было ожидать.

По результатам этих исследований и разработок Ю. П. Куропаткин успешно защитил в 1989 году диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Научным руководителем его работы был А. И. Павловский.

Однако внедрение ускорителя с новым электромагнитом и серией усовершенствований в практику газодинамических исследований существенно затянулось в связи с экономическими трудностями, переживаемыми отраслью в конце 1980-х годов. И только с начала 2000-х годов дело сдвинулось с мертвой точки: две новые бетатронные установки используются с 2007 года во ВНИИЭФ во взрывных опытах, в 2008 году одна поставлена во ВНИИТФ.

Следует отметить огромный вклад Ю. П. Куропаткина в продолжение безжелезного бетатроностроения после ухода из ВНИИЭФ в 1975 году Г. Д. Кулешова и затем внезапной смерти в 1993 году А. И. Павловского. Если бы не его приверженность к этой тематике, уверенность в получении новых интересных результатов и возможности значительного улучшения выходных характеристик ускорителя, то, по-видимому, дело ограничилось бы просто поддержанием работоспособности уже созданных бетатронов. Как я писал выше, А. И. считал эту тему практически закрытой, существенно нового тут уже сделать ничего нельзя, можно заниматься только мелкими усовершенствованиями узлов установок с переводом их на более новую элементную базу. Но, как показал Ю. П., здесь А. И. оказался сильно неправ. Имея свою точку зрения на дальнейшее развитие этого направления, не споря с А. И. и не доказывая ему необходимость вкладывания сюда больших сил и материальных ресурсов, Ю. П. кропотливо продолжал теоретическое осмысливание решения ряда предстоящих задач, успевая некоторые из них воплотить в конкретные устройства и узлы рентгенографических установок. В совокупности все это затем реализовывалось в бетатроны нового поколения и качества с использованием в их системах управления и контроля работы современной элементной базы и новейших импортных комплектующих устройств. К сожалению, произошло это уже после кончины Александра Ивановича, но я уверен, что он, как реально мыслящий научный руководитель, признал бы свою ошибку и радовался вместе со всеми этим успехам. Юрий разработал и внедрил в практику численных расчетов большой пакет программ, позволяющих

оптимизировать наиболее ответственные узлы ускорительных систем. Я лично преклоняюсь перед целеустремленностью и самоотверженностью Юрия Петровича, который, несмотря на серьезное заболевание, серию объективных и субъективных факторов, тормозящих развитие бетатроностроения, не пал духом, не отступил от начатого в 1970 году дела жизни и стал самым квалифицированным в мире специалистом по этому оригинальному техническому типу циклических ускорителей.

Ю. П. родился в г. Ишиме Тюменской области, окончил в 1970 году ЛГУ по специальности «ядерная физика». Еще до завершения обучения заметил Юрия в ЛГУ Г. Д. Кулешов, который приезжал туда в поисках молодых специалистов для ВНИИЭФ. Потому в 1970 году Юрий и оказался на «объекте» в физическом отделении, будучи вовлеченным сразу в исследования по бетатронной тематике. В настоящее время Ю. П. – начальник научно-исследовательской лаборатории. Он автор большого числа научно-технических отчетов, изобретений, статей и докладов. Я совместно с Ю. П. и А. Д. Тарасовым написал в 1996 году в некоем роде первую небольшую обзорную научно-популярную статью о разработке безжелезных бетатронов [42]. Мне бы очень хотелось, чтобы Юрий Петрович подробнее и шире изложил для новых поколений инженеров и научных работников историю создания гаммаграфических бетатронов и дал характеристики участников этих работ в период с примерно 1965 года. Я же только очень кратко коснулся этой истории для целостности представляемой картины исследований и разработок. В августе 2009 года был опубликован указ Президента РФ о награждении Ю. П. Куропаткина орденом Дружбы за большой вклад в разработку и создание специальной техники, а также за добросовестную работу. Я от души порадовался за него и поздравил Юрия с давно заслуженной наградой. Знаю, что он доказал необходимость награждения вместе с ним и двух его сотрудников, что тоже принципиально для Юрия (начальник группы В. Д. Мироненко награжден орденом Дружбы, а лаборант В. Ф. Кузнецов – медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени).

Вернусь теперь к характеристике многократно ранее упоминаемого начальника отдела Юрия Ароновича Зысина. В памяти всех сотрудников КБ-11, взаимодействовавших с Ю. А. по различным вопросам научных исследований и, особенно, тех, кто непосредственно работал под руководством Ю. А. в группе, лаборатории, отделе и отделении, он остался как яркий организатор научных и ядерно-физических исследований, специалист высочайшей квалификации, заботливый администратор, воспитатель молодежи, интересный лектор и рассказчик, а в целом – Руководитель и Человек с большой буквы. Был очень доброжелательным и чутким в отно-



Ю. А. Зысин

шении с людьми, готов был выслушать любого и по любым вопросам. Серьезно увлекался искусством и художественной литературой, много рисовал. Когда я в 1954 году пришел в отдел, он был внимателен и ко мне, постоянно интересовался моими делами, учебой в институте, жизненными условиями. Свидетельством особого доверия служит и то, что он поручил мне (наряду с основной моей работой) самостоятельно и полностью отвечать за техническое перепроектирование нового здания для отдела с учетом научных интересов и рабочих условий коллектива и последующее курирование строительства этого здания; позже Ю. А. предлагал мне перейти с ним работать в НИИП (г. Лыткарино), неоднократно приглашал меня в поездки с ним на общесоюзные конференции по ускорителям в Томск и Москву.

Один из таких полетов на первом тогда реактивном гражданском самолете ТУ-104 из Москвы в Томск мы неоднократно позже вспоминали, так как закончиться он мог трагически. В Новосибирске нас аэропорт не принял из-за дождя и сильного ветра, и экипаж развернул самолет обратно в Свердловск. Но там внезапно из-за густого тумана нас тоже не приняли, и надо было лететь до Горького, а керосина оставалось мало. И командир экипажа, покружив над городом, принял решение садиться вслепую в Свердловске на военном аэродроме. Однако в условиях плохой видимости самолет опустился в самом конце посадочной полосы и выскочил на поле, а впереди было болото. Пилоты выпустили тормозные парашюты, но они на высокой скорости оторвались. Тогда были заторможены колеса переднего шасси, которые при движении начали зарываться в мягкий грунт и где-то уткнулись в плотную породу. В результате инерции и большой общей массы носовая часть самолета резко «клюнула» вниз, ударившись корпусом о землю и смяв его, а хвостовая часть подскочила высоко вверх вместе с пассажирами, но самолет не опрокинулся, а упал на землю. Около 30 человек, сидевших в задней части, серьезно пострадали, многие сильно ушиблись. Мы были в носовом отсеке, и я отделался только испугом, но Ю. А. вырвало из пристежного ремня и ударило грудью о стол. Он сильно ушибся и даже вначале не смог встать на ноги. Только после нескольких обезболивающих уколов, сделанных приехавшими на машинах скорой помощи медиками, Ю. А. смог самостоятельно перемещаться. При выходе из самолета я увидел за ним тянущуюся метров на 200 канаву глубиной около полутора метров, сделанную заторможенным шасси. Мы переночевали в гостинице, а утром тоже на ТУ-104 продолжили путь до Томска и обратно. Смелые и верившие в судьбу – люди-фаталисты! Часть же пассажиров лететь из Свердловска самолетами отказалась.

Ю. А. родился в 1917 году в Ленинграде, окончил в 1939 году ЛГУ (физический факультет) и поступил на работу и в аспирантуру в ИХФ АН СССР, опубликовав несколько расчетных и экспериментальных статей. В 1941 году ушел добровольцем на Северо-Западный фронт (командир взвода, заместитель командира батареи, начальник связи дивизиона), но в 1943 году был отозван в Москву для участия в создании первых отечественных радиолокационных станций. По

этой тематике в НИИ-160 НКЭП (инженер, старший научный сотрудник) в 1943–1944 годах разработал первые в стране газонаполненные тригатронные разрядники, защитил кандидатскую диссертацию и опубликовал несколько статей. С 1945 по 1950 годы он – старший научный сотрудник в ЛИПАН СССР (затем Институт атомной энергии им. И. В. Курчатова). В 1950 году переведен в КБ-11 (ВНИИЭФ). Здесь им лично и под его руководством выполнен значительный комплекс основополагающих исследований, связанных с ядерной и нейтронной физикой в интересах разработки атомного и термоядерного оружия. За этот цикл работ Ю. А. становится в 1953 году лауреатом Сталинской премии. Он организовал и провел большой объем измерений элементарных и групповых констант в интересах развития ядерной техники. Оригинальностью, изобретательностью и особой тщательностью отличались постановки всех экспериментов. Ю. А. предложил и разработал несколько радиохимических методов исследования продуктов деления ядер. В 1955 году по этим работам он защитил докторскую диссертацию. Результаты своих работ и работ сотрудников руководимого им коллектива, а также имеющиеся литературные данные Юрий Аронович обобщил совместно с А. А. Лбовым и Л. И. Сельченковым в справочной книге «Выходы продуктов деления и их распределение по массам» (Москва: Госатомиздат, 1963), которая была переведена и переиздана в других странах.

В КБ-11 Зысин последовательно занимал должности старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией, начальника отдела и по совместительству – заместителя по научной части начальника всего физического отделения. Поэтому научные интересы Ю. А. были весьма широкими. Наряду с исследованиями в ядерной физике он плодотворно работал в области создания физических установок, новых методов исследований и измерительной аппаратуры. Много сделал для развития физики высоких плотностей энергии. Выше при рассказе об А. И. Павловском я уже отмечал смелость Ю. А. при защите предложения о разработке сильноточного безжелезного бетатрона для повышения точности рентгенографических исследований при проведении газодинамических исследований макетов и моделей ядерных зарядов. Все авторитетные ученые-ускорительщики СССР считали это бесперспективным занятием и, по существу, авантюрой. Но работа завершилась триумфальным созданием целой серии таких установок и успешным их применением во взрывных экспериментах. Это направление работ было отмечено в 1963 году Ленинской премией, в числе ее получателей был и Юрий Аронович.

Интересен и такой факт. Идея кумуляции сверхсильных магнитных полей и магнитной энергии (МК) [43–45] возникла в 1951 году у Андрея Дмитриевича Сахарова для сжатия малых масс делящихся материалов с целью осуществления ядерных взрывов небольшой мощности, применений в исследованиях физики плазмы, изучения свойств веществ в сильном магнитном поле, создания сверхмощных ускорителей заряженных частиц и др. В газодинамическом отделении провели в 1952 году первый экспериментальный опыт с генератором МК-1.

В 1954 и 1955 годах получили магнитные поля в 5 МЭ и токи в 100 кА. Но к этому времени выявились и трудности создания в обозримом будущем оружия на основе МК-устройств. Поэтому дальнейшие исследования магнитной кумуляции признали неперспективными, и специально организованный под эту тематику отдел расформировали. Но Юрий Аронович, по-видимому, считал, что это не так и что работы надо обязательно продолжить. Возможно, он обсуждал перспективы с идеологом МК-идеи – А. Д. Сахаровым, с которым часто контактировал по вопросам ядерно-физических исследований и вообще дружил. (А. Д. в воспоминаниях [18] тоже пишет о хороших личных отношениях с Ю. А. и дружбе семьями. Их коттеджи были расположены рядом, дети и взрослые постоянно общались, вместе отдыхали. Неоднократно Андрей Дмитриевич говорит и о том, что его, находившегося в опале государственных органов и потому брошенного многими, ранее «водившими» с ним дружбу «соратниками», Юрий Аронович неоднократно посещал и поддерживал.) Поэтому Ю. А. добился перевода в 1957 году из ИФВ группы исследователей во главе с энтузиастом МК-строения Робертом Захаровичем Людаевым в свой отдел с целью «факультативного исследования магнитной кумуляции». Нужно отметить прозорливость или интуицию Ю. А., ибо это направление работ стало быстро развиваться с выходом на использование МК-генераторов для целого ряда научных и прикладных целей [43–45]. Позднее мировым научным сообществом ВНИИЭФ был признан лидером МК-исследований и МК-строения, по результатам которых ученые передовых зарубежных лабораторий стали заключать контракты на совместное проведение работ или использование конкретных МК-генераторов, созданных во ВНИИЭФ. За развитие этого нового направления исследований и разработок группе ученых ВНИИЭФ в 1972 году была присуждена Ленинская премия, а в 1999 году – Государственная премия.

С 1957 года Ю. А. начал читать лекции по ядерной физике в вечернем отделении МИФИ-4 и решил организовать лабораторный практикум по этому курсу для студентов. Вместе с А. И. Павловским он составил перечень лабораторных работ и необходимого для этого оборудования, приборов, счетчиков частиц, источников излучений (бета – β , альфа – α , гамма – γ и нейтронов) и т. д., а также обосновал выделение соответствующих помещений для их оснащения в здании вечернего института и обеспечение их скважинными камерами для хранения источников излучений. Это предложение поддержало руководство ВНИИЭФ и дало санкцию на передачу необходимого оборудования и приборов из физического отделения. Была введена должность заведующего лабораторией в МИФИ-4, занять по совместительству которую Ю. А. уговорил меня. Так как МИФИ-4 был тоже заинтересован в этом, то буквально за один месяц такую лабораторию организовали на хорошем научно-инженерном уровне того времени, постепенно пополняя затем ее дополнительными и новыми приборами. Я в течение пяти лет являлся по совместительству ее завлабом (через год дали ставку еще инженера) и проводил практические занятия со студентами, что требовало постоянного

углубления своих знаний и развития навыков общения с молодежью, умения отвечать со знанием дела на их вопросы, нередко с желанием «посадить в галюшу» преподавателя. Естественно, что студенты вели записи своих измерений, проводили их математическую и графическую обработку с вычислением всех погрешностей измерений, сдавали зачеты. Когда Ю. А. был в командировке, он нередко просил меня прочитать очередную лекцию (иногда это делал и Павловский). Когда дирекция Арзамасского политехникума (вечернее отделение, размещен в Сарове) обратилась к Ю. А. как к заместителю начальника физического отделения по научной части с просьбой направить к ним «квалифицированного, психологически устойчивого, обладающего способностью увлечь слушателей и донести до них знания» преподавателя-совместителя по дисциплине «Приборы для регистрации заряженных частиц», то Ю. А. сразу предложил меня, и я два года занимался педагогической деятельностью в техникуме.

С начала 1959 года стала периодически обсуждаться необходимость создания в Минсредмаше Межведомственного центра радиационных исследований (МЦРИ) с размещением его около г. Лыткарино Московской области. Первоочередными задачами центра планировались исследования, разработка и создание эффективной защиты авиационных и космических аппаратов от проникающих излучений, изучение свойств поглощающих материалов и т. д. Для выполнения этих работ требовалось создать парк облучательных установок (ускорители, ядерные реакторы, радиоактивные камеры и т. п.). Ю. А. Зысину было предложено стать начальником данного центра. Как обычно и бывает в таких ситуациях, начальник должен прибыть на новое место работы с единомышленниками, на которых он мог бы полностью положиться и доверять им. Ю. А. тоже начал формирование такой команды. Однажды он пригласил меня к себе, рассказал о центре, трудностях его создания, о Лыткарино и предложил перейти туда на работу вместе с ним. Я взял время на обдумывание, съездил вместе с женой в Лыткарино – это оказался небольшой красивый зеленый город в 25 километрах от Москвы и, что важно для меня, на берегу Оки – и согласие Ю. А. дал. Для обсуждения с различными министерствами вопросов организации центра Зысина неоднократно вызывали в Москву. Когда много ведомств заинтересованы в образовании какого-то единого для всех предприятия, то у каждого из них всегда возникает масса своих конъюнктурных соображений, и принятие решения о создании центра стало тормозиться и затягиваться. Когда же в 1960 году Зысину предложили перейти на должность заместителя научного руководителя и начальника физического отделения в НИИ-1011 (ныне РФЯЦ-ВНИИТФ, г. Снежинск), то он согласился и вскоре отбыл на Урал. (А МЦРИ был все же создан, но только в 1967 году как головная организация по проблеме радиационной стойкости.) Работая во ВНИИТФ, Ю. А. постоянно интересовался исследованиями и достижениями его отдела во ВНИИЭФ, а приезжая в командировки, старался встретиться со своими бывшими сотрудниками. На представленную мной к защите кандидатскую диссертацию он дал в 1974 году высокоаргументированный

положительный отзыв, отметив большую актуальность работы, мировую новизну полученных результатов, их практическую значимость и основополагающий личный вклад диссертанта в работу.

Юрий Аронович много ценного внес в оружейные и конверсионные разработки ВНИИТФ. Свидетельством тому служит ежегодное присуждение в РФЯЦ-ВНИИТФ премии имени профессора Ю. А. Зысина за успехи в разработке и исследованиях в области экспериментальной и технической физики. В выпущенной книге «Российский федеральный ядерный центр – ВНИИТФ. К 50-летию Уральского ядерного центра имени академика Е. И. Забабахина» под редакцией Г. Н. Рыкованова (Снежинск: РФЯЦ-ВНИИТФ, 2005) о Ю. А. сказано: «...Он изменил стиль руководства НИО-5, предложил новые темы исследований, предоставив руководство ими молодым и способным сотрудникам, сам непосредственно участвуя в решении наиболее трудных задач. Начали проводиться секторские физические семинары и научно-технические конференции. Сектор рос численно и составил к 1965 году 426 человек... Он сыницировал и обосновал строительство зданий для физико-экспериментальной базы; в настоящее время в 12 специализированных зданиях НИО-5 имеется 30 уникальных научно-исследовательских и технологических установок и стендов».

В разделе 15.1 при представлении Г. Н. Флёрова я коснулся его конфликта с Ю. А. Зысиным. Этот факт старались не афишировать, тем не менее, в свое время он вызвал большой резонанс в КБ-11 и в Первом главном управлении. Меня, понятно, тогда в отделе не было, и я могу дать краткое изложение этого конфликта на основе работы [15] и последующих рассказов сотрудников отдела. У Флёрова и Зысина неприязненные отношения сложились еще в период 1948–1949 годов во время пребывания обоих в ЛИПАНе, когда Зысин не соглашался работать в отделе Флёрова из-за некорректных (по мнению Ю. А.) методов его руководства. Тем не менее, после откомандирования Зысина в КБ-11 его направили работать начальником группы именно в отдел Флёрова. Здесь прежние отношения стали еще сильнее обостряться из-за попыток Зысина вести часть работ самостоятельно, согласовывая их с теоретиками (И. Е. Тамм, А. Д. Сахаров и др.). Особенно это проявлялось в периоды длительного отсутствия Флёрова на объекте и когда Зысин замещал его. Кроме того, Ю. А. был недоволен неразумным планированием работ в отделе, недостаточным вниманием со стороны начальника к росту научной квалификации сотрудников, периодической перетасовкой составов групп Гаврилова, Замятнина и Зысина и т. д. И это все при мелочной опеке Флёрова и категорических требованиях выполнения его замечаний, хотя Зысин считал их не всегда способствующими делу. В связи с этим Зысин неоднократно критически высказывался в адрес Флёрова в его присутствии. После возвращения из командировки Флёров устраивал разносы Зысину в резких и грубых тонах. Считал, что необходимо, конечно, идти в ногу с теорией, но подчиняться ей вплоть до мельчайших деталей эксперимента, как, якобы, это делает Зысин, недопустимо. Все эти накапливающиеся отрицательные моменты и вылились в то, что од-

нажды в присутствии Ю. С. Замятина и Л. Б. Порецкого в своем служебном кабинете Флёров потребовал от Зысина «убраться вон». Вспышкой недовольства послужил, по-видимому, перехват Зысиным доставленной из Москвы сильно насыщенной тритием циркониевой мишени и установка ее без согласования со Флёровым в генератор нейтронов. Вторая версия заключалась в том, что впервые полученный стационарный полоний-бериллиевый нейтронный источник был расписан Флёровым для пользователей строго по часам. А Зысин нарушил это расписание и задержал передачу источника другим лицам. Точную же причину конфликта могли бы рассказать Замятин и/или Порецкий, но первый, будучи очень осторожным человеком, никогда ничего не рассказывал об этом, а второй утверждал, что он в это время отвлекся, ничего не слышал и не видел, так как тщательно рассматривал в окно снежные заносы на улице. Когда Зысин отказался выйти из кабинета, Флёров ударом кулака разбил ему в кровь лицо и попытался вытолкать Зысина из комнаты. Дальше излагаю со слов Александра Ивановича Веретенникова, который находился в кабинете Ю. Б. Харитона в том же здании, когда сюда вошел Зысин с окровавленным лицом и рассказал о конфликте, а затем обратился к Ю. Б. с просьбой принять меры, так как начали бить «наших» (под «нашими» имелись в виду евреи). Ю. Б. глубоко задумался, а потом очень дипломатично произнес: «Кто тут наш или не наш, мне тяжело определиться, так как у Вас, Юрий Аронович, отец еврей, а у Георгия Николаевича – мать еврейка».

В результате конфликта Зысин находился на бюллетене в течение недели, Флёров же был снят по указанию заместителя начальника Первого главного управления генерал-лейтенанта госбезопасности А. П. Завенягина с должности начальника отдела, а Зысин вскоре назначен начальником самостоятельной лаборатории.

Студенты вечернего института рассказывали мне, что при сдаче экзаменов по ядерной физике в вопросах об определении Г. Н. Флёровым и Л. И. Русиновым в 1938 году ключевого для цепной ядерной реакции числа вторичных нейтронов, возникающих при делении, а также о самопроизвольном (спонтанном) делении ядер урана, открытом в 1940 году совместно Г. Н. Флёровым и К. А. Петржаком, Зысин за произнесение фамилии Флёрова мог поставить «двойку» и вообще просил говорить «открыли явление советские ученые». Возможно, это были байки, но с намеком на известность студентам описанного выше инцидента.

Среди учеников Юрия Ароновича более 50 кандидатов и докторов наук. Его заслуги отмечены, наряду с уже упоминаемыми наградами, орденом Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденом «Знак Почета», многими медалями, знаками отличия и грамотами. Ю. А. Зысин был полон новых научных замыслов, но скоропостижно скончался в возрасте 61 года в 1978 году в Москве, направляясь на автомашине в Минсредмаш.