Часть I Юнга на Первом в мире.

***Дракон превращается в тигра***

*В творенье отыскать начало*

*Трудней, чем истину во лжи…*

*(«*ИБР– это жизнь», Е. Шабалин)

Думаю, что не менее 90% читателей этих мемуаров в той или иной мере знают принцип работы импульсных реакторов Дубны. Им я рекомендую пропустить два-три следующих абзаца с краткими пояснениями, но обязательно прочитать брошюры Д.И. Блохинцева «Рождение мирного атома» (М., Атомиздат,1977) и Ю.Я. Стависского «Мы из Обнинска. Записки нейтронщика» (М., Энергоатомиздат, 2002).

 Надеюсь, что принцип ядерного реактора сейчас проходят в школах – ведь уже сейчас около 20% электроэнергии России генерируется на атомных электростанциях (АЭС), а через пару поколений доля атомной энергетики возрастет до 80-90 %. Поэтому устройство АЭС объяснять не собираюсь. Импульсные реакторы Дубны нисколько не похожи на блоки АЭС; у них другое назначение – генерировать нейтроны, причем не непрерывно, а импульсами, периодически. Как пулемет стреляет пулями, так и импульсный реактор нейтронами, только с каждым «выстрелом» не один нейтрон, а миллионы миллиардов их летят по вакуумированным нейтроноводам к физическим установкам. Там физики-экспериментаторы используют нейтроны для исследования строения веществ, материалов, биологических структур. Между прочим, сравнение пулемета с импульсным реактором – не только аналогия, читайте об этом в части 3 этой книги в разделе «Кимоно-то хировато…».

В чём же отличие дубненских импульсных ИБРов (точнее, пульсирующих реакторов) от реакторов на блоках АЭС? И те, и другие работают на принципе самоподдерживающейся цепной реакции деления ядер урана (или плутония), в результате которой выделяется большая энергия (используется на АЭС) и «рождаются» нейтроны (ИБР). Но если в реакторном блоке АЭС весь делящийся материал («топливо») находится в неподвижной активной зоне, то в ИБРе часть топливной композиции – «подвижная зона» – размещена на роторе. Самоподдерживающаяся цепная реакция деления развивается только тогда, когда подвижная зона оказывается совмещенной с неподвижной частью реактора. В результате возникает мощное излучение нейтронов в течение короткого времени с частотой вращения ротора – импульс нейтронов. Макет первого ИБРа можно посмотреть в Музее истории науки и техники ОИЯИ (ул. Флёрова, д.6).

За время моей работы в ОИЯИ было построено три ИБРа, не считая различные режимы их работы. Сейчас работает один, самый интенсивный в мире импульсный источник нейтронов ИБР-2М. Нигде в мире не строили пульсирующие реакторы, Дубна в этом деле «монополист».

ИБР (Импульсный Быстрый Реактор), созданный в ОИЯИ в 1960 году, был первым в мире импульсным реактором \*), и его создатели могли с полным правом оформить принцип его работы или конструкцию как изобретение. Известно, что любое открытие, изобретение, новшество имеет предысторию. Чаще всего, это работы предшественников, но не всегда. Думаю, читателю будет интересно узнать, как это было в случае ИБРа.

\*) Строго говоря, ИБР нельзя назвать «первым в мире». Дело в том, что на Земле около 2 млрд лет назад действовали естественные реакторы, причем именно в пульсирующем режиме (!). Подробности читатель может получить из Интернета. Так что точнее будет: Первый пульсирующий, созданный человеком.

Во-первых, о возможности создания атомной (строго говоря, «ядерной») бомбы стало известно ученым уже в 1939-ом, почти сразу после открытия деления урана (декабрь 1938 – январь 1939, Отто Ган, Фриц Штрассман, Лиза Мейтнер и Отто Фриш) и наблюдения множественности нейтронов деления (февраль, Ф. Жолио-Кюри и др.). По физике процесса переноса нейтронов ИБР – аналог ядерной бомбы, взрывающейся несколько раз в секунду, без ударной волны, ничего не разрушающей. Только очень много нейтронов. Так что первые ядерные взрывы 1945 года можно назвать предшественниками ИБРа, с натяжкой.

А во-вторых, есть более ранние предшественники. В рамках хорошо известного Манхеттенского проекта были проведены опыты по генерации короткой вспышки цепной реакции деления урана и импульса нейтронов. Их задумал и осуществил *Отто Фриш* – тот самый, кто во время рождественских каникул 1938-1939 гг. теоретически объяснил явление деления ядра и вычислил гигантскую энергию, выделяющуюся при этом. В этих опытах с вышки высотой 6 метров бросали кусок урана, который пролетал сквозь отверстие в неподвижном блоке урана у основания вышки и вызывал короткий импульс цепной реакции деления. Шутник Р. Фейнман назвал этот опыт «щекотанием хвоста спящего дракона». О. Фриш использовал тот же принцип генерации импульсов нейтронов, что и потом в ИБРе, но без периодического повторения. Если бы он прикрепил кусок урана на обод вращающегося диска, то получился бы пульсирующий реактор – спящий дракон превратился бы в тигра (*Д.И. Блохинцев* использовал образ тигра в клетке для шутливого изображения ИБРа). Другой сотрудник Манхеттенского проекта *Дэвид Юд* написал теорию такого пульсирующего реактора. Секретные материалы по «Дракону» и отчет Д. Юда были открыты во второй половине 60-х, т.е. через десяток лет после оглашения Дмитрием Ивановичем его идеи пульсирующего реактора с вращающимся ураном. Это было, как вспоминает *Юрий Яковлевич Стависский*, на семинаре в ФЭИ (Физико-Энергетический институт в Обнинске) в декабре 1955 года. Д.И. был тогда директором института. Тема семинара была очень далека от импульсных реакторов. В процессе выступления докладчик показал картинку с вращающимся диском, на периферии которого был нанесен уран. И тут Д.И. вдруг встал и сказал: «Вот такой диск с ураном поместить рядом с неподвижной сборкой урана или плутония – и вот вам пульсирующий реактор на быстрых нейтронах!» После семинара Д.И. дал указания Стависскому и *Игорю Ильичу Бондаренко* рассмотреть теорию такого реактора, а в 1956-ом началось проектирование ИБРа – первого в мире импульсного *пульсирующего* реактора (и первого в Европе импульсного реактора). Между прочим, теория Юда оказалась неточной и неприменимой к реальной конструкции, а теория БиС (**Б**ондаренко **и С**тависского) доказала свою живучесть на всех дубненских ИБРах. А как ИБР оказался в Дубне – всем хорошо известно. В последние годы Стависский носился (слово «носился» избрано неспроста – оно соответствует темпераменту Юрия Яковлевича) с идеей, что Д.И. знал об опытах Дракон из донесений наших разведчиков; я не соглашался с Ю.Я, апеллируя к известным высказываниям, что донесения читали только Курчатов и Харитон.

Импульсный апериодический реактор Годива (или реактор самогасящего действия), работающий на принципе самогашения цепной реакции (как в бомбе), был пущен в США в 1953 году. Название реактора Годива навеяно его создателям средневековой легендой о некой «леди Годива». Она была женой властного и жестокого графа, равнодушного к своим подданным. Во время одного пиршества граф заявил об очередном увеличении налогов. Годива стала просить мужа не делать этого, но пьяный деспот был неумолим. В угаре ярости он заявил, что исполнит волю жены только в том случае, если она днем проскачет на коне по городу обнаженная. И Годива сделала это. Горожане, до которых весть о споре дошла во-время, скрылись в своих домах и закрыли все ставни окон. Гордость и честь отважной леди в результате не пострадали, а граф был вынужден отменить налог. Урановая сборка на импульсном реакторе в Манхеттене на жаргоне реакторщиков также была «голой» – без отражателя.

В СССР первые такие импульсные реакторы были созданы в 1964 году. Между прочим, засекреченные создатели наших отечественных «годив» (БАРС, БИР и др.) приезжали в Дубну для знакомства с ИБРом, но в ответ на вопросы «откуда они и зачем приехали?» помалкивали, что для нас было вполне достаточным ответом…Первый человек «оттуда», с которым я познакомился и подружился, был *Владимир Федорович Колесов,* посетивший ИБР-2 во время пуска 1977 года. Об этом удивительном и замечательном человеке и ученом я ещё вспомню в других главах книги.

И теперь я предоставляю читателю самому судить, основано ли создание нашего ИБРа на опыте манхеттенских драконов и годив….

***Обнинск, здание №102, и Дубна, здание № 45***

Первая критическая сборка ИБРа была проведена в Дубне в июле 1959 г. на территории площадки ЛЯП ОИЯИ в небольшом павильоне-здании №45 в 50 метрах от здания будущего реактора. Но сначала расскажу о моем первом знакомстве с критическими сборками.

 «Критической сборкой» реакторщики называют устройство (сборку, установку, процедуру, стенд), на котором экспериментально определяется критическая масса ансамбля делящихся ядер. Это может быть либо просто блок вещества в твердом или жидком состоянии, либо полномасштабный вариант реактора без системы охлаждения с упрощенной схемой управления, На критической сборке, помимо критической массы, подтверждают или уточняют время «жизни» нейтрона, эффективность блоков управления и другие параметры.

Это произошло в Обнинске на моей дипломной практике в Физико-энергетическом институте (ФЭИ) в отделе ядерной безопасности Дубовского. При распределении студентов МИФИ на практику мне повезло: только двое из двух десятков оказались в здании 102, на той же площадке, где работала Первая в мире АЭС, запущенная в 1954 году (Дмитрий Иванович Блохинцев, в то время директор ФЭИ, а с 1956-го – первый директор ОИЯИ, за создание этой станции был удостоен звания Героя Социалистического Труда). В этом 102-м здании проводили изучение критических объемов растворов солей плутония в воде. Сосуды разной формы с растворами разной концентрации плутония находились в изолированной камере за толстым свинцовым стеклом, а оператор управлял дозатором и блоками регулирования из соседнего помещения. Слышать нарастающий звук щелкуна (динамика, подключенного к детектору нейтронов) в ответ на движение твоих пальцев, как будто ощущая свою власть над ядерными процессами – это было, как сейчас выражаются, «прикольно». И к тому же познавательно. Сначала я только наблюдал, потом работал под наблюдением Алика Камаева (позднее – секретарь Обнинского горкома партии, сыгравший определенную роль в известном разгроме группы инакомыслящих *Валентина Турчина*), и затем – самостоятельно.

Считаю, что для моей будущей работы с импульсными реакторами, которая продолжалась практически всю жизнь, обнинская практика работы с критическими сборками оказалась важной. В частности потому, что эксперименты сочетались с теорией – под руководством (а скорее – под диктовку) *Виктора Владимировича Орлова* дипломник теоретически вычислял поправки к расчету геометрического параметра в диффузионном приближении. С В.В. Орловым мои профессиональные интересы пересекались потом несколько раз. Так, при проектировании ИБР-2 в начале 70-х было исследовано несколько способов быстрой модуляции реактивности: помимо вращения уранового вкладыша (первый ИБР)изучали и подвижный отражатель, и поглотитель нейтронов, и движение топливного сердечника под действием теплового удара и другие экзотические способы. Принцип модуляции реактора с отражателем из жидкого гелия воздействием магнитного поля придумал В.В. Орлов, а расчеты проводил также *Валерий Лаврентьевич Ломидзе*, сильный физик-реакторщик и талантливый человек. Его рекомендовали к нам после окончания МИФИ в 1969-м. Суть состояла в периодическом включении магнитного поля и соответствующем изменении альбедо нейтронов из-за спин-орбитального взаимодействия нейтрона с ядрами гелия. В ФЭИ провели эксперимент, подтвердивший правильность идеи. Однако технические трудности на пути реального воплощения оказались непреодолимыми. Третий раз судьба свела меня с Виктором Владимировичем после Чернобыльской катастрофы в апреле 1986 года. Он был членом комиссии, которая пыталась разобраться в физических причинах взрыва. В Чернобыльском реакторе было два разгона – один сравнительно медленный, за ним последовал быстрый, приведший к мощному химическому взрыву, который всё и разнес. Причина быстрого разгона оставалась в то время загадкой; я нигде не встречал убедительного объяснения. У меня была своя теория. В реакторах на тепловых нейтронах, к которым относятся реакторы РБМК, нарабатывается радиоактивный изотоп ксенона, являющийся сильнейшим поглотителем нейтронов. В том состоянии, в котором находился реактор 4-го блока перед взрывом, было особенно много ксенона. Он находился внутри топливных элементов (твэлов) с наибольшей плотностью около центра реактора. Согласно физической теории реакторов, отрицательное влияние поглотителя на коэффициент размножения нейтронов в реакторе тем сильнее, чем ближе к центру реактора он находится. Значит, если перенести поглотитель нейтронов из центра на периферию, то коэффициент размножения нейтронов увеличится, т.е. пойдет разгон реактора. Отсюда и следовало мое объяснение второго разгона: при первом разгоне твэлы разрушились, газ ксенон распределился равномерно по объему реактора (со скоростью, близкой к скорости звука), и вот вам огромная положительная надкритичность реактора! Я передал В.В. Орлову мои расчеты. Через некоторое время он сообщил, что комиссия не приняла мое объяснение. До сих пор я не уверен ни в правильности решения комиссии, ни в своей теории… Что делать, «это – гороскоп», говорила в таких случаях моя жена – я родился под знаком Весов.

Возвращаюсь в Дубну 1959 года. Создание ИБРа, которого позднее назовут «первым в мире» импульсным реактором, близится к завершению. За два-три года с момента принятия решения о строительстве сделан проект, изготовлена активная зона, система управления и защиты, построены здания реактора и экспериментальных павильонов.

Все строения на территории Института нумеровались тогда (и до сих пор так) в порядке времени строительства, точнее, времени выпуска строительной документации. Здание 42, физический и административный корпус комплекса Лаборатории Нейтронной Физики (ЛНФ), было сдано в эксплуатацию после зданий 43 (реакторный корпус) и 44 – здания управления реактором. Одноэтажные павильоны площадью 100-150 кв. метров, предназначенные для установки экспериментального оборудования на нейтронных пучках реактора, были расположены вдоль 1000-метрового нейтроновода через каждые 250 метров и на концах шести коротких нейтроноводов, веером расходящихся от реакторного зала в направлении с юга до севера в западном секторе (здания от 45 до 54).

В те годы совершенно необходимо было создание и исследование критической сборки– упрощенной копии будущего реактора. Ведь знание ядерных констант в то время было неполным и мощных компьютеров не было, так что можно было ошибиться в предсказаниях параметров реактора. Тем более такого необычного, как ИБР. Ныне создание критсборок не является обязательным этапом в плане создания новой ядерной установки.

Павильон здания 45 был пока пуст. Там, на фантастически быстро собранном стенде, точно повторяющем конструкцию реактора, предполагалось измерить главные характеристики будущего ИБР'а: параметр параболы хода коэффициента размножения нейтронов при движении подвижной части активной зоны (уранового диска, запрессованного во вращающийся стальной диск, на стенде – сектор диска), так называемой величины «*альфа*», время «жизни» мгновенных нейтронов в реакторе и величину критической массы плутония. Первую критическую сборку ИБР осуществляла команда физиков из Обнинска с формальным руководителем *Украинцевым Фёдором Ильичем*, бывшим фронтовиком, и с фактическим лидером и руководителем экспериментов *Юрием Яковлевичем Стависским*.

Плутониевые твэлы на критстенде были именно те, которые через год поставили в реактор. Их изготовили за два года! Изготовили так надежно, что даже в условиях сильного недопустимого перегрева во время инцидента 1972 года (*см. раздел «Русская рулетка»)* лишь один стержень повредился, да и тот, который в течение нескольких лет подвергался бомбардировке быстрыми электронами. Главным разработчиком твэлов был *Игорь Стефанович Головнин*, сотрудник ВНИИМ им. Бочвара. За создание ИБРа И.С. Головнин стал лауреатом Государственной премии 1971 года наряду с другими 10 участниками этой работы. С высоты сегодняшнего времени (*высоту* я понимаю не в смысле высоких знаний; скорее, надо было употребить сочетание «по современным понятиям») скорость реализации смелых идей в 50-60-е годы была просто безумной. Она стала снижаться где-то с середины 70-х. Один пример. Решение о создании ИБР-2 было принято в конце 1966-го, а в 1969-ом за зданием действующего реактора ИБР уже появилась строительная техника, и в конце лета того же года на месте невысокого песчаного холма образовался котлован глубиной более 12 метров. Вот так – за два года был сделан и проект установки (причем не только реактора, но и ускорителя электронов – планировалось создать не просто импульсный реактор, а бустер - более продвинутый, эффективный нейтронный источник) и началось строительство.

На критической сборке в здании 45 не было вращающегося диска – модулятора реактивности. Его заменяло механическое устройство в виде стального сектора с урановым вкладышем, имитирующем «подвижную зону», которая на действующем реакторе должна создавать импульсы мощности. Устройство это удивило меня какой-то доморощенностью, самодеятельностью. Сектор приводился в движение из соседней комнаты вручную, вращение рукоятки передавалось к сектору длинными стальными тросами через систему блоков. Помню, что такая конструкция казалась мне тогда чрезвычайно наивной и несовершенной. Однако с позиции более опытного физика она была вполне оправдана и надежна. Многое в оборудовании этого стенда было сделано на скорую руку, но эта обнинская «рука» оказалась умелой. Всё прошло гладко, измерили, что хотели. Быстро обработав экспериментальные данные, физики ФЭИ были обрадованы результатами – они совпали с их расчетами, и отправились домой в Обнинск.

А дубненцы пошли в ресторан Дружба на площади Мира. Малый зал на первом этаже. Торжественный обед в честь окончания критсборки, мой первый в жизни официальный обед с участием важных персон – административный директор ОИЯИ Виктор Сергиенко, Илья Франк, Федор Шапиро и др. Не было Д.И. Блохинцева, инициатора создания ИБРа –он председательствовал на Киевской конференции физиков-теоретиков. Потом в жизни было около сотни подобных обедов, но этот в июле 1959-го накрепко засел в памяти.

***Проба пера***

Первой моей работой, а скорее, продолжением учёбы, были аналитические расчеты реакторов теперь уже на быстрых нейтронах. В солевых растворах здания 102 плутоний делился на тепловых (термализованных) нейтронах, а в активной зоне ИБРа из металлического плутония цепная реакция деления идет только на быстрых нейтронах. Это необходимо для получения короткого нейтронного импульса. Пришлось проскочить весь диапазон скоростей нейтронов – от сотен метров в секунду до тысяч километров в секунду – под руководством опытного физика *Ким Хен Бона*, гражданина КНДР (Северная Корея). Он учился в университетах Японии и в Сорбонне (как он туда попал – не знаю), работал в чешском ядерном центре. Мой учитель был добродушен и любил рассказывать пикантные случаи из своей студенческой жизни, такие, как купание в японской бане с девушками. Но, по его собственному утверждению, в своей многочисленной семье он был тираном. Как-то не верилось. После того, как Ким отбыл в Корею, надежной информации о его судьбе мы не получали. Был только слух, что он стал президентом академии наук.

Вместе со мной школу корейского профессора прошел и Володя *(Владимир Дмитриевич) Ананьев*, поступивший на работу в середине апреля. Судьба определила идти нам с ним, как говорится, рука об руку более трех десятков лет не только по критическим сборкам Первого в мире, но и через проекты и пуски всех импульсных реакторов ЛНФ. Часто, очень часто возникает в мыслях образ Володи Ананьева, и боль утраты друга и соратника пронзает душу и тело… Окончил Володя МЭИ – именно этот научно-технический институт соответствовал характеру будущего главного инженера. Отнюдь не случайно оказалось, что в нашем с Володей тандеме я занимал место теоретика и генератора всяких, в том числе и заумных идей, а он был холодным фильтром моей фантазии и организатором «великих строек».

Летом 1959 года мы с Володей и учителем нашим Ким Хен Боном сели за самостоятельную обработку экспериментов первой критсборки. Нам даже выделили отдельную комнатку (в том же здании Лаборатории Ядерных Проблемы, где весь тогдашний персонал ЛНФ порядка 20 человек ютился в двух других комнатах). И получилось у нас, что измеренное значение параметра «альфа» на самом деле в 15-20 раз меньше, чем насчитали обнинцы (!). При таком низком значении параметра альфа длительность импульса нейтронов ИБРа следовало ожидать не менее 40 микросекунд вместо рассчитанных ранее в Обнинске 10 мкс. А чем короче импульс реактора, тем эффективнее работа исследователей на выведенных пучках резонансных нейтронов: скорость набора статистики обратно пропорциональна квадрату длительности импульса. В ЛНФ эту зависимость называют *формулой Шапиро*. Сначала нам не поверили, пересчитали – всё правильно. Альфа действительно была маленькой, и не видно было, как ее улучшить. Мы (опять же Ким Хен Бон, Ананьев и я) потратили много времени на расчеты альфа для разных вариантов *модулятора реактивности* (устройства, обеспечивающего импульсный режим работы пульсирующего реактора), отличного от используемого на ИБРе уранового вкладыша в стальном вращающемся диске диаметром около двух метров. Я считал даже такую экзотику как золото и алмаз. Володя с Ким Хен Боном посмеивались надо мной. Конечно, ничего лучше урана не нашли.

Критическую сборку решили повторить с более аккуратными измерениями «альфа», а также дополнительно оценить время «жизни» мгновенных нейтронов деления и другие параметры будущего реактора, важные для безопасности. Критсборка состоялась в январе 1960 года с тем же успехом, точнее сказать, с тем же неуспехом. Пришлось смириться с 40 микросекундами, а для меня и Володи это стало первым положительным результатом нашей деятельности как инженеров-исследователей. Эти, можно сказать, еще студенческие, работы не были, естественно, опубликованы.

На этой второй критической сборке меня назначили «помощником загружающего». Моя задача состояла в том, чтобы подавать «загружающему», опытному механику *Юрию* *Кондиорину*, тепловыделяющий элемент, в словаре реакторщиков – твэл. Твэл ИБРа представлял собой стальной герметичный цилиндрик диаметром 16 мм и длиной 14 см с сердечником из металлического плутония внутри в количестве около 150 грамм. Кстати, Кондиорин ранее где-то работал машинисткой (так называлась профессия человека, печатающего на пишущей машинке) и выдавал более 600 знаков в минуту! Загружающий стоял на помосте у активной зоны, я подавал ему очередной твэл снизу, а он осторожно, медленно опускал его в зону и закреплял там. Один из первых же твэлов я уронил на пол… на бетонный пол. Была немая сцена с участием всей пусковой группы. На твэле не осталось никакой видимой вмятины, но испуг у всех был. Я был тут же с бранью отстранён *Борисом Николаевичем Дерягиным,* моим непосредственным начальником,от почетной должности «помощника загружающего» и переведён в «помощники контролирующих физиков» (а те все были сотрудниками ФЭИ из Обнинска). Я строил кривые так называемого «обратного умножения» и кривые изменения реактивности при перемещении уранового диска и органов управления, основываясь на измерениях скорости счета на детекторах нейтронов (см. раздел «Нулевой счет»). Измерения эти осуществляли так называемые «пересчетчики» – Женя Кулагин, Толя Лошкарев и ещё, кажется, Женя Тарасов). А контролирующие физики (из Обнинска) делали оценки значений параметров сборки. Володе доверили управлять органами регулирования. То, что мне более всего понравилось на этой сборке – это методика измерения времени «жизни» нейтронов, метод Росси-альфа. Этот метод основан на измерении временной корреляции отсчета нейтронных импульсов на счетчике; он дает возможность измерить «время жизни» в одну стомиллионную долю секунды с помощью прибора, способного регистрировать нейтроны в тысячу раз медленнее. Мне это казалось каким-то волшебством. А кроме волшебников, там выступали ешё и клоуны: однажды Стависский сказал: «Сегодня будем измерять эффект живота». Мы с Володей рассмеялись, а серьезный человек из Обнинска заявил: «Ничего смешного! Кандиорин подойдет к реактору вплотную, и мы увидим, как изменится коэффициент размножения. Это называется «эффект живота». Важно для безопасности». Выбор пал на Кандиорина как на обладателя самого объемного живота…

*«Что только там не вытворяли!*

*Вклад живота определяли,*

*Плутоний на пол уронили,*

*Полоний напрочь распылили*

*(впервые, в Англии* – *потом).*

*Ботинки (модные притом)*

*У Красноярова стащили,*

*И он вечернею порой*

*Пошел по городу босой…»*

Этот отрывок из иронической поэмы «ИБР-это жизнь» отнюдь не вымысел автора: молодой в целом персонал участников работ на критсборках находил время (а иногда и не во-время) для шуток, анекдотов, игры в волейбол и футбол (такой называют сейчас «пляжный» – поля в районе реакторов были песчаные). Ананьев в то время ходил с книжкой, куда заносил пронумерованные анекдоты без текста лишь с весьма краткой аннотацией типа «… *капитана*». Зачастую расшифровать аннотацию не мог сам владелец книжки, и уже это вызывало смех аудитории. Ботинки Коли Красноярова (в дальнейшем научный руководитель крупного НИИ Атомных Реакторов под Ульяновском) действительно спрятали. Правда, босиком по снегу ходить его не заставили – не было среди нас жестокого графа…

 К рассказу о критических сборках можно добавить, что в конце 60-х здание 45 ещё раз послужило сотрудникам реактора: это историческое здание было разобрано при строительстве ИБР-2, а его белые обожженные кирпичи пошли на постройку личных гаражей в эпоху автомобильного бума 70-х.

 ***Нулевой счет***  (научно-спортивное отступление )

 Нет ничего тоскливее, чем надпись "0:0" на табло стадиона. Если футбольный матч заканчивается с таким счетом, то большинство болельщиков считают проведенное на стадионе или у телевизора время потерянным. Другое дело – реакторы.

У реакторщиков "нулевой счет" – отнюдь не нули, а сотни или тысячи. На нашем, реакторном жаргоне, который родился, наверное, еще в Курчатовской команде на первом "котле", "нулевой счет" означает число импульсов, которые дают нейтроны от нейтронного источника, установленного в реакторе до того, как в него начали "загружать" ядерное топливо. В этом единственное сходство критической сборки реактора с футбольным матчем – оба начинаются с нулевого счета.

Процедура "нулевого" замера очень важна. Нейтроны регистрируются детектором: чем больше в реактор поставлено твэлов (тепловыделяющих элементов, содержащий уран или плутоний), тем резвее считает детектор:

 N = N0 / (1- n/n***КРИТ*** ) .

В этой формуле символом "n" обозначено количество твэлов, загруженных в реактор, N0 – тот самый "нулевой счет", а n***КРИТ*** – то "критическое" число твэлов, при котором в реакторе начнется самоподдерживающаяся цепная реакция (на том же реакторном жаргоне – «реактор пошёл"). Приведенное соотношение показывает, что с увеличением числа загруженного ядерного топлива растет счет нейтронов N. Если бы мой счет в банке рос, как полагается, в такой же прогрессии, то

 Я не стал писать бы мемуары,

 Полетел бы лучше на Канары,

 В теплом море члены обмочил,

В автомате баксы получил,

Выпил настоящего ликеру

И увёл испанскую сеньору.

"Контролирующие физики" (это такая должность во время сборки реактора) занимаются тем, что снимают показания нейтронных счетчиков и строят графики зависимости "обратного счета" 1/N от n. Согласно формуле, эта зависимость должна быть прямой, что дает возможность экстраполировать, иначе говоря, предсказывать, сколько еще осталось загрузить твэлов , чтобы реактор "пошел", с помощью обычной деревянной линейки и карандаша. Инструменты контролирующих физиков даже в 1977 году (при пуске ИБР-2) были достаточно традиционны. Джентльменский набор включал в себя "пересчетку", журнал, листы "миллиметровок" для графика "1/N", линейку, карандаш, авторучку и карманный калькулятор. Наличие последнего инструмента свидетельствовало о прогрессе в деле "экстраполяции 1/N "; от времен Курчатова и до начала 70-х использовались логарифмические линейки (знают ли современные молодые инженеры, что это такое?). Конечно, электроника для регистрации нейтронов, включая сами "пересчетки", тоже эволюционировала. При пуске первого ИБРа время замера засекали секундомером, а отсчет нейтронов вели по механическим счетчикам; об этом вам могли бы рассказать "пересчетчики" той пусковой группы *Евгений Никифорович Кулагин* и *Анатолий Афанасьевич Лошкарев* (увы, уже не могут). На пуске ИБР-2 использовались приборы с автоматическим отсчетом времени измерения и цифровым дисплеем, и должности "пересчетчиков" были сокращены. Думаю, что к пуску будущего ИБР-3 в арсенале контролирующих физиков останется только карманный компьютер; но останутся ли и сами физики?

"Нулевой счет" – как розыгрыш мяча в начале футбольного матча.

***23 июня 1960 года***

*Так, между делом и шутя,*

*Создали резвое дитя…*

*И стали метрику писать:*

*«Отец* – *ДИ, а кто же мать?*

*Да тот, кто ИБРу самый близкий:*

*Бесспорно, мать его* – *Стависский».*

Пуск ИБРа, первого в мире импульсного реактора периодического действия состоялся 23 июня 1960 года. Об этом хорошо написали в своих воспоминаниях Д.И. Блохинцев и Ю.Я. Стависский. Мне остается поделиться с читателем некоторыми впечатлениями о той атмосфере на пульте реактора и около него, которые сохранились у юного тогда и малоопытного выпускника МИФИ.

 В подготовке к пуску я и Володя Ананьев были, как говорится, «на подхвате»: нарисовать схему механики ИБРа, или вентиляции, или плакат, убеждающий высокопоставленных чиновников Министерства в выгоде создания ИБРа. Последняя идея была предложена Дмитрием Ивановичем: постоянно горящая электрическая лампочка и обтюратор для создания пульсации света – это образ обычного ядерного реактора большой мощности, приспособленного для опытов с нейтронными импульсами, а периодически вспыхивающая лампочка – образ пульсирующего реактора малой мощности для той же цели. Но иногда давали и «весьма ответственные» поручения. Например, стоять на «шухере», пока Б. Дерягин паяет оболочку уранового вкладыша на электроплитке (*см. раздел «Умельцы ядерных технологий»).*

 Истинными создателями ИБР`а были физики Физико-энергетического института в Обнинске. Все члены обнинской пусковой команды, кроме руководителей, имели возраст от 18 до 28 лет: Николай Краснояров, Валерий Зиновьев,Павел Тютюнников, Виктор Вьюнников. Самым «старым» (43 года) был *Украинцев Федор Ильич*, руководитель работ, фронтовик,  [артиллерист](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82), [капитан](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BF%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD_%28%D0%B2%D0%BE%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B7%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%29) . Фактическим руководителем этого коллектива являлся Юрий Яковлевич Стависский. Для молодых инженеров на ИБР`е (*Володи Ананьева, Володи Пластинина, Вадима Денисова* и автора мемуаров) он казался почтенным человеком. Много позднее мы узнали, что как раз в день пуска первого импульсного реактора – 23 июня 1960 года – ему исполнилось 33 года. Ю.Я. в дальнейшем всегда отрицал, что это было организовано преднамеренно. Мне, откровенно говоря, не верилось в это.

 Как правило, в больших сложных проектах есть *номинальные* руководители (забавное слово – означает «водят руками») и *реальные*. Полезны и те, и другие: *номинальные –* это люди с высоким званием, заслуженные. Они продвигают проект в высших сферах, обеспечивая ему нужный приоритет, их присутствие вселяет уверенность в успех у «солдат» проекта. Реальные же направляют работу ежедневно, ежечасно, они знают все тонкости и слабости проекта, и если эти слабости приводят к сложностям, то именно они, реальные руководители, первыми решают возникающие проблемы. Стависский был блестящий физик, быстро соображающий, редко ошибающийся. Мне нравилась его манера быстро, не откладывая, делать оценки различных эффектов, как говорится, “на коленках”. Благодаря интуиции и, конечно, богатым знаниям, ошибался он редко. Помню лишь одну его ошибочную оценку. В те дни пуска ИБР`а в июне 1960 года в зону был поставлен полоний-бериллиевый источник нейтронов. Упакован он был в контейнер, запаянный из-за спешки легкоплавким припоем. Контейнер источника плохо охлаждался, и были опасения, что он разгерметизируется. Володя Ананьев сделал аккуратные тепловые расчеты и сказал Стависскому, что температура превысит точку плавления припоя. Юрий Яковлевич, проделав в уме расчеты по своей схеме, утверждал, что этого не будет, и дал добро на подъем мощности. Источник распаялся…Спустя 40 лет, летом 2000 года, на прогулочном корабле «Москвич» все здравствующие тогда участники пуска Первого в мире праздновали годовщину этого события, а Стависский и Ананьев схватились в жарком споре по поводу распаявшегося 40 лет назад источника. Суть спора соответствовала известному парадоксу: «кто был прав и в чем его вина». Пришлось охлаждать пыл уже немолодых людей (в сумме обоим было тогда 137 лет).

А случаев замечательной физической интуиции Стависского можно вспомнить намного больше. Так, создавая теорию импульсного реактора периодического действия совместно с Игорем Ильичем Бондаренко (рано скончавшимся гениальным физиком), Стависский приближенно вывел формулу для дисперсии (разброса) энергии импульсов мощности. Позднее, в 1963-65 годах *А.Б. Говорков*, теоретик, приехавший в Дубну из Сарова, создал детальную теорию флуктуаций импульсного реактора. В частности, им была выведена та же формула дисперсии энергии импульсов на строгом математическом фундаменте. В одном из разговоров со мной Алексей Борисович выразил большое удивление тем, что формула Стависского оказалась точной, включая множители. “А ведь он сделал принципиальную ошибку при выводе! Наверное, только интуиция дала ему правильный ответ” – поражался Говорков.

Самые живые воспоминания - образы Юрия Яковлевича Стависского и его жены Юлии Абрамовны Блюмкиной. «Ю.А. и Ю.Я.» - так называли мы эту пару совершенно разных и по внешности, и по привычкам людей. И если в чем-то сходных, то разве что по темпераменту. С самоуверенным Ю.Я. никто не спорил (по крайней мере, в 1960-ом), и только Блюмкина, которая отвечала за работу электроники на пульте, постоянно пыталась давать ему советы. Ю.Я. игнорировал очередное вмешательство жены, но временами дело доходило до скандалов. У Ю.А. была привычка оттягивать пальцами небольшой вырост в области кадыка. Каждый раз, когда она подносила руку к горлу, Ю.Я. бил ей по руке. Юлию Абрамовну явно возмущала бесцеремонность мужа. И вот такие маленькие сцены происходили непрерывно на пульте в здании 45 и затем – на пульте ИБР при пуске 1960 года…Не удивительно, что брак их в конце концов распался. Характерно, что вторая жена Ю.Я. отказалась покидать Россию, когда тот эмигрировал в Германию в 1999-м. Мне её решение кажется очевидным…

Упомянутые выше флуктуации (неконтролируемый разброс) амплитуд импульсов мощности создали подлинно драматическую ситуацию при первом выводе ИБРа на мощность. Реактор находился в равновесном критическом состоянии, шла самоподдерживающаяся цепная реакция, и все вспышки мощности должны были быть, по здравому смыслу, равными по амплитуде. А на экране осциллографа зеленый импульс скакал, как ему вздумается. Иногда в течение двух-трех секунд он вообще исчезал с экрана! Думали – это дефект электроники. Попросили техников подключить дублирующие индикаторы – тот же апокалипсис (инженерами по обслуживанию электронных систем были *Бунин Борис Николаевич, Владимиров Николай Львович и Анцупов Павел Сергеевич).* Мы, молодые, не принимали это близко к сердцу, не зная ещё детально теории, а вот как чувствовали себя при этом ответственные руководители, можно прочитать у Д.И. Блохинцева («Рождение мирного атома»):

 *«Нас беспокоили флуктуации ядерной реакции, опасность перехода из микромира в макромир… Одно время казалось, что умопомрачительный хаос микромира вот-вот ворвется в мир порядка, в макромир, и разрушит наши планы, а может быть и нас самих».*

Да, они понимали статистический характер процессов переноса нейтронов, но напряженность ожидания, новизна ситуации, вид реальных «умопомрачительных» скачков на осциллографе подавили рациональное мышление. С ростом мощности флуктуации, как положено законом больших чисел, уменьшались, и при проектной мощности в 1 киловатт (соответствует потоку 10 в 14-й степени нейтронов в секунду) остались лишь незначительные флуктуации амплитуд из-за механических колебаний диска модулятора.

***Флуктуации*** ***немецкого розлива***

Заинтересованные явлением флуктуаций, директор ОИЯИ Дмитрий Блохинцев и вице-директор *Гейнц Барвих* пригласили в Дубну известного венгерского теоретика *Ленарда Пала*, автора монографии по стохастической теории переноса нейтронов, а также привлекли к этой работе сотрудника ЛТФ *Алексея Борисовича Говоркова* и немецкого специалиста *Бениамина Козика*. Ему предоставили с почетом отдельную комнату в зд.44 (тогда в первой половине 60-х в этом здании находились все сотрудники ЛНФ, включая дирекцию). Бен (как мы его звали) не был похож на немца, я считал его чехом. Вспоминаю пару забавных эпизодов с его участием. Начинается семинар с докладом Бена Козика. В начале семинара представительный и вальяжный Барвих, не торопясь, обстоятельно излагает результаты работы Козика в Дубне. Тот с нетерпением ждет своей очереди. Когда наконец очередь подошла, Бен говорит: «Придется мне глодать кости – профессор Барвих съел всё мясо». Смеху не было конца, а Барвих пояснил, что это – популярная немецкая поговорка. Другой эпизод связан с нашим пребыванием в Будапеште в 1965-м на очередной международной конференции по исследовательским реакторам социалистических стран. Бен проводил всё время конференции с польским профессором пани Яблонской (Бен –весьма обаятельный мужчина, а она – яркая дама с валютой). В день отъезда домой Козик не явился к автобусу, который отвозил нас на вокзал. Мы взяли его чемодан с надеждой, что Бен успеет налегке прибыть на такси прямо к поезду. Действительно, Бен вскочил в отъезжающий вагон за минуту до отправления в распахнутом демисезонном пальто. В руках у него была авоська с несколькими бутылкам великолепного венгерского Токая. Вино его мы выпили как плату за доставку чемодана на вокзал. В ответ на наши намеки Бен заявлял, что он целый день бегал по магазинам, чтобы истратить неизрасходованные командировочные, и ему удалось сделать хорошую покупку – «вот это дорогое демисезонное пальто». Естественно, мы не верили его байкам. Но самое интересное ожидало нас в Дубне. Бен явился на работу очень удрученным. «Что, тоскуешь по пани?» «Может, хватит об этом? Тут дело серьёзнее. Помните, я купил пальто в Будапеште? Так вот: в местном магазине точно такое же пальто в два раза дешевле!» Вот тогда я понял, что Бен точно немец. Хотелось ему сказать: «Пальто за двойную цену – это же хорошая цена любви!».

Для специалистов-реакторщиков: Козик однажды удивил меня заявлением, что точно критический реактор обязательно глохнет. Объяснение таково: количество нейтронов в реакторе велико, но ограничено. Значит, согласно статистике, рано или поздно наступит момент, когда в реакторе не окажется ни одного нейтрона. Реактор заглохнет навсегда…

Возвращаемся в зд. 44, пульт управления. 23 июня 1960 года, 9 часов вечера. Первый в мире пульсирующий реактор ИБР достиг импульсной критичности на мощности 30 Вт. Все присутствовавшие при этом событии, включая трех китайских физиков, расписались в рабочем журнале и … разошлись по домам. Ужин в Доме Ученых всё-таки был, но только для «взрослых». А после – купание в Волге белой июньской ночью. По воспоминаниям Д.И. Блохинцева, никто не утонул.

***Из личной жизни инженера-физика до и после пуска***

В 1959-м улица Интернациональная была единственной из современного квартала коттеджей на Черной Речке. И вообще крайней в Дубне в сторону Большой Волги, которая в то время не считалась частью города, так, деревня за ручейком. В ближайшем к сосновому лесу коттедже и поселили меня. Нет, разумеется, я не был ещё кандидатом наук (в те годы они сразу получали половину двухэтажного коттеджа (если с детьми) или четверть - для бездетной пары) – этот коттедж был отдан под общежитие. Моя комната – на втором этаже, с балконом. Два соседа, которых я практически не видел. Один из них - сотрудник ЛНФ Гена Жуков, электронщик, позднее начальник отдела в течение долгого времени. Я выхожу на балкон –и восхищенно взираю на лесной пейзаж. Идиллия.

Летом и осенью 1959 по выходным я обычно уезжал в Москву, в Люберцы, в Ванилово (деревню моих предков по материнской линии). Посещал киностудию, виделся с Ларисой (наши отношения возобновились после долгой размолвки), с *Толей Хоперским*. Из транспортных разъездов осталось в памяти три примечательных момента.

До Дмитрова ездили на электричке, к которой ОИЯИ подавал маленький автобус на 19 сидящих мест. Точно ко времени поезда и бесплатный. Людей ездило немного, но автобус, конечно, был забит до отказа. Я, как молодой парень, всегда стоял. Стоять было легко – упасть некуда. Один раз я ехал после почти бессонной ночи и постоянно засыпал даже стоя. И сразу видел сон. Во время одного такого сеанса случайно посмотрел на часы перед засыпанием. Посмотрев очень долгий сон, взглянул на часы (смотреть было удобно, так как рука с часами была вытянута вверх) и удивился – минутная стрелка практически не сдвинулась с момента засыпания! Повторил этот опыт с тем же результатом. Так я проверил гипотезу, что во сне события развиваются в миллион раз быстрее, чем наяву.

 Позднее стал ездить большой пассажирский автобус с комфортабельными креслами. В одной из таких поездок, наблюдая за привлекательной незнакомкой в соседнем отсеке, мне пришел в голову весьма пикантный сюжет, который был потом развит до короткого рассказа под названием «Желтая истома». Это – пример, как рождаются сюжеты. «Когда б вы знали, из какого сора растут стихи, не ведая стыда» - писала А. Ахматова.

 В конце 1959 года пустили поезд на паровой тяге от Дубны до Дмитрова. На этом поезде в темном, неуютном вагоне со скамьями из деревянных планок мы с Ларисой возвращались в Дубну 31 декабря 1959 года впервые в качестве супругов. И встретили Новый 1960 год вдвоём в пустой комнате на втором этаже крайнего коттеджа улицы Интернациональной. Замечательное название улицы!

Из свадебного дня (26 декабря 1959) самым «выдающимся» событием было опоздание в загс. В те времена бракосочетание выглядело крайне будничным событием – никаких всенародных торжеств, просто регистрация в тоскливом захудалом заведении, где процедуры регистрации рождения, смерти и брака проходили по сходному сценарию. И вот *Лариса Ивановна Бойко*, старшая дочь агронома - работника Министерства сельского хозяйства, и детского врача, невысокая девушка 20 лет с красивыми чертами лица южного типа, и её подруга *Алла Зайцева*, дочь генерала КГБ, свидетельница невесты, ожидают в комнатке районного загса Москвы жениха и его свидетеля. Ждут 10 минут, 20 минут. Лариса Ивановна начинает нервничать и думает: «Не придёт!» А два лоботряса (жених и его друг детства *Игорь Михайлов*) тем временем допивали последний шкалик в забегаловке, провожая беспечную холостую вольность Евгения, изредка поглядывая на часы. Несмотря на нанятое такси, к назначенному времени опоздали… Лариса не раз напоминала мне об этом опоздании…Так я и не узнал, почему.

Кстати, территорию общежития на Интернациональной тщательно охраняла комендантша – тщедушная одинокая старушка, которая жила там же, в соседней комнатке. У неё была одна слабость, которой я беспардонно пользовался – право проживания Ларисы в выходные дни в общежитии оплачивалось «чекушкой» (бутылочка водки 0.25 л). А в будни мы зачастую распивали чекушку вдвоем со смотрительницей, и она рассказывала мне грустную историю своей жизни.

В 1960-м Дубну посетил В.М. Молотов, находившийся с 1957 года в опале за попытку отстранить Хрущева от власти. После ссылки послом в Монголию его назначили представителем СССР в МАГАТЭ в Вену. О том, что его сопровождает Шапиро для осмотра реактора ИБР, мне сообщил по телефону *М.М. Лебеденко* и просил организовать проход в зал реактора. Я тут же понял, что нельзя упускать возможность сфотографировать историческую личность и надо подготовиться к съемке – зарядить пленку в фотоаппарат, а для сопровождения найти кого-то другого. Пошел в кабинет *к С.К. Николаеву* (главному инженеру ЛНФ). Тот был известен как весьма осторожный человек. Услышав фамилию Молотова, Николаев, насторожившись, переспросил: «Что за Молотов?» «Тот самый, знаменитый Молотов». «Мне некогда. Разбирайся сам». Искать кого-то не было времени, и я вышел один встречать гостя – Шапиро с Молотовым уже подходили к зданию 44. Молотов протянул мне руку. Я был удивлен силой его рукопожатия, так как считал этого исторического персонажа почти что выходцем с того света. А ему тогда было ровно 70 лет. Разговора никакого не случилось, уже подошел Сергей Квасников, и они втроем отправились к зданию реактора. Я же бегом бросился заряжать пленку. Залез в темный шкаф, открыл коробку с технической 36 мм пленкой высокой чувствительности и начал наматывать пленку на катушку. Провозился долго в темноте, и когда выбежал с фотокамерой наружу, наткнулся на Квасникова. «Они уже ушли, опоздал, оператор!»

Потом узнал цель посещения реактора Молотовым – он объезжал реакторы СССР перед отбытием в Вену. А тепло рукопожатия соратника Сталина и виновника последствий «секретного протокола» до сих пор передаю своим знакомым. Кто следующий?

Со съемкой великих мира сего мне всегда не везло. Второй прокол случился во время посещения ИБРа Нильсом Бором в мае 1961 года. В это время были какие-то эксперименты на реакторе, и вся команда физиков-реакторщиков находилась в здании реактора (здание 43). На этот раз я был проинформирован заранее и был готов к съемке. Вот стоят рядышком и беседуют – Франк, Шапиро и Бор. Навожу на резкость и снимаю. И тут вдруг кто-то тянет меня за воротник рубашки и пытается отнять камеру. Это – Дерягин, шеф группы физиков (впоследствии уволенный за систематические возлияния на работе). Рядом с ним – Рыжов, пом. директора ОИЯИ, смотрит на меня свирепым взглядом и тихо, но зловеще, шипит: «Ты что снимаешь?!» «Нильса Бора». «Ты снимаешь секретную схему! Засвети ему пленку!» – это уже Дерягину. Схема висела на стене за спинами беседовавших ученых, схема охлаждения реактора, нарисованная мной и Володей Ананьевым и повешенная специально к приезду Бора (!?). Вот так – сив брэд оф кейбл. Но мне не было смешно – фотосессия не состоялась. Дерягин пленку не засветил, но тот единственный негативный кадр впоследствии куда-то пропал, и даже ни одного отпечатка не сохранилось. Хорошо работают наши службы!

12 апреля 1961 года. Утро. Глядим с Ларисой в окошко нашего пенала (комната в квартире №7, д. 16 по ул. Инженерной) и видим странную картину: на улице собрался отряд людей в противогазах и спецодежде. А по радио (такая черная тарелка на стене - смартфон того времени) Левитан только что объявил: «Слушайте важное сообщение!» Первая мысль – атомная тревога, началась война; тогда как раз был «карибский кризис» в отношениях с США. Но уже через пару минут узнали, что в космосе наш человек – Юрий Гагарин. А люди в спецодежде – учения по гражданской обороне. И теперь первый полет человека в космос прочно связан в моей памяти с людьми в противогазах и с ядерной эпохой Семипалатинска и ИБРа. А Гагарин, между прочим, тоже в скафандре был!?

***Умельцы ядерных технологий***

Первые отчеты я начал писать с 1961 года (наше с Володей Ананьевым участие в легендарном пуске первого ИБР в июне 1960 года не было отражено в списке авторов, и, наверное, справедливо). Тогда группа специалистов Обнинска уже перестала ездить в Дубну, и нам пришлось взять на себя задачи, постоянно возникавшие даже на сданном в эксплуатацию реакторе – ведь он был первым в мире!

Перед отъездом в родные пенаты, Стависский устроил экзамен мне и Ананьеву. Подозреваю, что здесь не обошлось без просьбы Николаева – уж очень он, инженер-электрик, благодаря случаю оказавшийся руководителем ядерно-опасного объекта, боялся остаться без надежной опоры физиков-ядерщиков. Юрий Яковлевич за время работ на критсборках и пусках ИБРа успел понять уровень потенциала молодых выпускников московских вузов и не стал, подобно Ландау, измываться над абитуриентами. Меня он попросил нарисовать качественно ход зависимости сечения деления плутония от энергии нейтрона. Изобразил я это достаточно смело и нагло, явно подражая манере самого Ю.Я. Получилось что-то подобное «Сеящему облигации» на плакате Остапа Бендера. Стависскому этого было достаточно.

Как-то получилось, что именно мне стали поручать работы расчетного характера. Может быть, я сам стремился к этому – сейчас не могу точно сказать. У моих коллег есть своё объяснение: они вспоминают на юбилеях, что будто однажды тогдашний гл. инженер ЛНФ *Сергей Константинович Николаев* сказал: «Шабалин слишком эмоционально управляет реактором. Пусть лучше сидит за столом с ручкой и логарифмической линейкой!». В этом был элемент правды: статья в газете «За коммунизм» 1964 года под названием «Неугомонный», написанная моими коллегами и друзьями на долгие годы Владимиром Дмитриевичем Ананьевым и *Львом Константиновичем Кулькиным* (для меня – Лёвой) вполне достоверно описывает мой характер того времени. Есть и другая байка, возможно, также не далекая от действительности: Е. Шабалина навсегда отлучили от техники эксперимента после позорного случая с падением твэла (*см. раздел о критсборке в январе 1960 г*.)

Тем не менее первой самостоятельно решенной мной задачей была всё же экспериментальная – как измерить температуру быстро вращающегося уранового вкладыша (точнее, его оболочки). В то время Ананьев предложил увеличить мощность ИБР до 6 кВт путем интенсификации воздушного охлаждения активной зоны. Но оболочка уранового вкладыша в подвижном диске стала пухнуть, и надо было узнать, связано ли это с температурой, и можно ли повышать мощность реактора. Кстати, систему слежения за состоянием тревожившей всех оболочки сделал никто иной, как *Владислав Иванович Лущиков,* только что окончивший физфак МГУ. В отделе реактора не нашлось человека в ладах с электроникой. А Слава быстро «сгоношил» схему с колебательным контуром и вывел сигнал разбаланса на экран осциллографа. Оператор реактора мог непрерывно видеть, как «выпучивается» мембрана, т.е. оболочка. При пуске ИБРа помогали и другие молодые (и не только) физики-экспериментаторы: *Альберт Попов, Вас Васыч Голиков, Юрий Сергеевич Язвицкий, Юрий Рябов, Элла Каржавина.* Они измеряли потоки нейтронов и форму импульса мощности. Но как измерить температуру на быстро вращающемся диске, да ещё во время работы реактора? Я где-то прочитал (интернета тогда не было – это для сведения молодых), что есть термочувствительные краски, меняющие свой цвет в зависимости от температуры. Кто предлагает – тот и выполняет. И вот я еду в Ярославль, на химический завод. Приехал туда поздно вечером, мест в единственной в городе гостинице, как водится, нет. Узнал, что недалеко расположен Дом крестьянина, где можно переночевать. Это оказалась бывшая казарма: одна длинная комната, в которой стояли 35 коек и на каждой висел огромный номер. Ночевало там много разного народу – кто всю ночь пил, кто в карты играл. Нетрудно было понять, зачем номера у кроватей… В общем, положил я свой портфель под голову и так и не заснул до утра… Вернулся живой, краски привез, температуру оценили… Насколько помню, меня премировали за «рационализаторское предложение». Странно, что в наше время инноваций и модернизаций такая форма поощрения не практикуется.

Между прочим, ещё раз я был премирован за … новый способ упаковки стеклянной тары! Да, такое тоже было, позднее, где-то в начале 70-х. Авантюрист *Слава Чайкин* подвИг меня на участие в некоем конкурсе института патентной экспертизы, и неожиданно мы заняли второе место на конкурсе по лучшей упаковке стеклянной тары (!) (без смеха - сохранилось письмо института). Многое можно рассказать об этом противоречивом человеке: безалаберном и практичном**,** участливом и безразличном, жизнелюбе и фаталисте – всё в одном флаконе. Трудно понять, почему я дружил с ним; я, вообще говоря, человек постоянный в своих пристрастиях и ответственный – и вдруг Слава, которого руководство ИБРа терпело всего года три. Мы провели вместе два байдарочных похода. Один – в 1972 году по реке Хопёр, Воронежской области, по местам детства моего закадычного друга *Толи Хоперского* в память о его недавней кончине в 1971 году. Второй поход – с участием моей семьи по Северскому Донцу, где ныне зона гражданской войны на Донбассе.

Показателен один пример противоречивого, непредсказуемого поведения Славы Чайкина. Прибыли встречать Новый Год на Липню (*остров на Московском море)* три семьи и Чайкин с невестой Ольгой (с законной женой он не жил, собирался разводиться или уже развелся – его трудно было понять). За полчаса до кремлевских курантов загорелся сарай с энергоблоком. Слава был героем на пожаре – залез на крышу пылающего строения и высыпАл на пламя снег из ведер, которые подавали ему снизу. К 12-ти часам (ночи) пожар ликвидировали, свет загорелся, начали пить водку и обжираться пельменями, которые вечером налепили. В середине ночи наш герой подходит ко мне и сообщает, что он сейчас убежит отсюда на лыжах к своей жене! Куда-то под Дмитров. И просит никому об этом не говорить. Как вам? И убежал…Мне пришлось до утра что-то выдумывать о причине отсутствия Славы. К счастью, его невеста оказалась не очень чувствительной особой. Спустя несколько месяцев Чайкин всё-таки женился на Ольге. Конечно, ненадолго… Потом её увёз в Тверь изгнанный из ЛЯРа профессор В. Друин.

Я часто вспоминаю Чайкина, глядя на свою собственными руками сделанную мебель (шкаф в прихожей, стеллажи для книг, скамеечки) – именно Слава добыл в те времена дефицитные прессованные плиты практически задаром. Вот сейчас, когда пишу эти строки, вдруг понял, почему мы стали дружны: Слава был таким человеком, с которым можно было легко поделиться личными проблемами и которому можно было довериться в любой ситуации. Далеко не со всеми хорошими друзьями и добрыми знакомыми это возможно. На моей жизни насчитаю, наверное, не более трех-четырех. Тех, с кем «пошел бы в разведку».

А Слава Чайкин, уже после увольнения из ОИЯИ, уехал на долгую и дальнюю «шабашку» и не вернулся. Был слух, что он попал в тюрьму. Может быть, и так – такой уж он человек.

***Команда молодости нашей***

*«Тогда в реакторном отделе*

*За блицем ночи мы сидели,*

*А в предвечерние часы*

*Мультфильм писали про «усы»\*). (прозвище С.А. Квасникова)*

***………………………….…***

*Был пульт – уютный уголок».*

С 1960 года наша группа физиков-реакторщиков стала пополняться. Из МИФИ прибыли Вадик Денисов и Володя Пластинин, из МВТУ – Гена Погодаев, с Урала эвакуировались «старички» В.Т. Руденко, А.И. Бабаев, Слава Евсюков. Несколько позднее в отряд реакторщиков «влетели» прошедшие школу ядерного самолетостроения в Куйбышеве Лев Кулькин и Толя Белослудцев. Штат операторов реактора был укомплектован.

Про каждого из этого штурмового первого «десанта» команды можно было бы написать главу воспоминаний (или эпитафию). Образ каждого расцвечен разными красками, которые либо тускнеют со временем как акварель, либо сохраняют блеск десятилетия как акрил.

 *Сергей Алексеевич Квасников* отличался хорошим аппетитом, был трезвенник (одну и ту же бутылку ликера предлагал гостям на протяжении десятилетия) и не спешил жениться, хотя был небезразличен к чужим женам.

*Алексей Иванович Бабаев* – символ здоровой семейной жизни и любитель леса. Изготовление сборок тепловыделяющих элементов для ИБР-2М в жесточайших условиях 90-х – это то, за что его должны знать и помнить все физики новых поколений ЛНФ.

*Василий Тимофеевич Руденко.* Единственный человек из команды, который имел нелестное прозвище: «Паук». Кто это придумал, не знаю (возможно, *Витя Хренов*, техник по электронным системам, острослов и любитель каламбуров), но лучше не придумаешь. Василий Тимофеевич был предельно замкнут, «особая папка» в смысле обмена информацией, глухой для всех, но постоянно в работе, результаты которой узнавались слишком поздно, чтобы предпринять ответные действия. После его кончины сейф начальника отдела реактора ИБР-30 (последняя должность «паука») оказался пустым. Документация по реактору так и не была найдена. Пил он также в одиночку, вечером в своем кабинете, пил крепко: однажды тому же Хренову сотоварищи пришлось проносить тело начальника через проходную.

*Владимир Павлович Пластинин* – интерпретатор теории импульсных реакторов для операторов пульта, достойный сын вологодской земли, верный муж любящей Сони. Первый оператор ИБР-2 и последний, кому торжественно доверили остановить «сердце» реактора в 2006-м.

*Слава Евсюков.*  Я не смог вспомнить отчество Славы, потому что действительно мало знал его. Он был внешне всегда спокойный, рассудительный, не старался быть на виду. К тому же раньше всех ушел навсегда.

 *Дерягин Борис Николаевич* *–* бывший фронтовик, главный умелец ядерных технологий.С ним связано немало моих воспоминаний, и интересных, и невеселых. Читатель уже успел прочитать о его выдающихся способностях как руководителя. Да, мы считали его плохим начальником, но руки Борис Николаевич имел золотые. Один пример. Модуляция реактивности в реакторе ИБР осуществлялась путем вращения большого стального диска-ротора с запрессованным в него вкладышем из металлического урана-235 массой более 4 килограммов. Уран, изготовленный в Обнинске, был в герметичной стальной оболочке, которая после длительных испытаний (без мощности реактора) при скорости вращения ротора до 5000 оборотов/мин дала течь. Согласно правилам работы с ураном надо было исправлять вкладыш в соответствующих условиях в Обнинске, но Стависский, как всегда, торопился и настоял на том, чтобы запаять оболочку здесь, в Дубне. Все понимали, что осторожный Сергей Константинович Николаев не позволит этого, и решили провести эту операцию по окончанию рабочего дня. Когда главный инженер покинул свой кабинет и отправился домой, меня поставили на стрёме у входа на этаж, чтобы сигнализировать, если Николаев вдруг вздумает вернуться. Рабочих решили не задействовать в операции с целью конспирации, и Б.Н. Дерягин взялся за дело. Газовой горелки не оказалось под рукой, и Б.Н. сказал, что достаточно будет обыкновенной электроплитки. Вот эта необычная и почти криминальная картинка запечатлилась в моей памяти: урановый вкладыш лежит на горячей керамике плитки, под ним – раскаленные спирали нихрома, а умелец Дерягин с паяльником в руках плавит олово на поверхности стального покрытия урана!

Подобную, но не столь сложную операцию мы провели позднее (в 70-х) с Валерием Мелиховым в «девятке» - институте неорганических материалов, когда нелегально припаивали термопары к оболочке опытного твэла ИБР-2 с двуокисью плутония. К сожалению, «на шухере» никто не стоял, и нас застукали. Но всё обошлось.

 В начале 60-х я изучал английский, уделяя особое внимание разговорной речи. У меня появились граммпластинки 33 с половиной оборота с записями уроков, и слушали мы их у Дерягина дома. Проигрыватель Б.Н ставил на рояль, настоящий, огромный черный рояль. В маленькой комнатке двухкомнатной квартиры инструмент практически полностью занимал всю площадь. Как его туда затащили и зачем – было абсолютно непонятно. Никто из семьи Дерягина (жена и дочь) на этом короле инструментов не играл. Однажды Б.Н. рассказал мне историю этого рояля. Был у него друг Барабанов. Тоже физик-реакторщик, и работал в ЛНФ. Вместе с Дерягиным долго был в Обнинске в командировке в период 1957-1959. Уволился из ОИЯИ как раз перед моим приходом, в апреле 1959. Как рассказал мне Володя Ананьев, который пришел на работу ранее меня и застал ещё Барабанова, в этой парочке друзей один стоил другого – любители поддать, покуролесить. Кажется, Барабанов ушел-таки с подачи Николаева. А Дерягин продержался в ОИЯИ до середины 70-х только благодаря успешному развитию ИБРов.

Так по поводу рояля. Барабанов был неплохим музыкантом, и получил рояль после смерти своего покойного друга. Обитал Барабанов в общежитии, где роялю не место, и попросил Дерягина временно «приютить» инструмент. Главная проблема была – как пронести рояль в квартиру? Ничего лучшего не придумали, как занести через балкон. Наняли машину с краном, разработали сложнейший план подъема и проноса. Получилось… Сейчас, глядя на балконы этого дома, удивляюсь, как они могли протащить слона через игольное ушко? Спустя несколько лет Б.Н. разобрал рояль, выбросив большую часть на помойку и оставив для рукотворчества подходяшие части из дорогого дерева. И зачем всё это? Кажется, только за тем, чтобы Е.П. Шабалин спустя 60 лет записал эту историю для потомков…

Характерна для Б.Н. история с книгой «Современная математика для инженеров». Руководитель группы физиков был, естественно, одним из гостей на моем 25-летии. Пришел без подарка, но после окончания застолья уже среди ночи вернулся, разбудив нас с Ларисой, и вручил мне эту книгу с дарственной надписью. Нормально … Если не считать того, что спустя некоторое время даритель потребовал вернуть свой подарок!? Книга до сих пор у меня, книга замечательная и весьма полезная, пригодилась даже в 21-м веке, действительно современная.

Чрезмерные возлияния Б.Н. не раз приводили к серьезным последствиям. То падение с железной лестницы на два месяца больницы, то случай на рыбалке, когда Б.Н. попытался разжечь угасающий костер бензином из канистры… Вадим Денисов, свидетель этого события, частенько вспоминал о трагикомических приказах пострадавшего начальника при транспортировке его на моторной лодке в больницу: «Откройте ж…!»

Остальные члены команды – это мои ближайшие коллеги и друзья. Их замечательные образы и их дела органично вписались в эти мемуары. Здесь ограничусь краткими характеристиками:

 *Геннадий Никитович Погодаев –* выпускник МВТУ, специализировался на расчетах теплообмена. Знаток прибауток («Со временем все забеременем»). Художник-шаржист. Любил подсмеиваться над моей чрезмерной активностью. Вместе с ним в 1964-1965 годах мы доказали наличие предела полезного потока нейтронов в исследовательских реакторах, что сыграло через много лет роль при обосновании реактора третьего поколения НЕПТУН. Один из тех немногих, кто в наши дни интересуется историей физики и ОИЯИ.

***Владимир Дмитриевич Ананьев…*** Володя. Онпостоянно в памяти моей. Друг, соратник, образец правильного отношения к делу для таких, как автор этих мемуаров. Детство Володя Ананьев провел в древнем городе костромской земли Галиче, и это явно положительно сказалось на его характере и деловитости. Владимир Дмитриевич часто упоминал свой родной город, упоминал с завидным чувством любви и восхищения. Галич с его куполами многочисленных церквей и колокольнями живописно расположен на берегу чудесного озера. Город выглядит опрятным, спокойным, с размеренной жизнью. Всё, что там ни делается, делается тщательно, красиво и на века. Отец Володи был краснодеревщиком, и эта профессия также отразилась в будущем главном инженере. От естественной красоты города Володя взял любовь к природе, а от большого рукодела-отца – верность тщательно продуманной работе. Окончив с отличием Московский энергетический институт по специальности «теплофизика реакторов». Владимир Дмитриевич начал работу в Дубне в апреле 1959 года как раз тогда, когда велось строительство Первого в мире, задуманного Дмитрием Ивановичем Блохинцевым. Казалось бы, случайность? Но случай, хоть он и случай, происходит как раз с теми и там, кого ждут и кто нужен. А Владимир Дмитриевич стал сразу нужен Лаборатории нейтронной физики и ОИЯИ и оставался нужным всю свою жизнь. Всю жизнь, за которую было сделано много хорошего и ничего плохого. Владимир Дмитриевич сразу стал «за штурвал» реактора, сначала как оператор, затем как начальник смены. Спроектированный на мощность 1 кВт, ИБР не очень устраивал физиков, ведущих нейтронные исследования на пучках. Владимир Дмитриевич творчески подошел к работе и вскоре обосновал возможность работы реактора на мощности 3 кВт, а после небольшого усовершенствования системы воздушного охлаждения мощность удалось повысить до 6 кВт. Молодой инженер Володя Ананьев даже дерзнул поспорить с руководителем пуска Ю.Я. Стависским, указав тому на опасность использования только что поставленного источника нейтронов для пуска реактора. Доктор не послушал советы «щенка», и в результате произошел небольшой инцидент, о котором было рассказано выше.

Деловитость и сосредоточенность не мешали Володе участвовать во всех развлечениях молодости. Он играл в любительских спектаклях, коллекционировал анекдоты, был отличным шахматистом. Играл также, как работал (или работал, как играл?), не проявляя агрессии, неожиданной изобретательности, но его позиция всегда оказывалась выигрышной. Характерный пример: имея всего лишь третий разряд по шахматам, Владимир Дмитриевич выиграл однажды первенство ЛНФ, опередив перво- и второразрядников. Однажды он выиграл даже у гроссмейстера Василия Смыслова (в сеансе одновременной игры). Энергия молодости не позволяет быть в лености ни на минуту, и наряду с рисованием наглядных схем реактора, мы с ним играли в шахматы и в рабочее время. Чтобы не застукал грозный начальник группы Б. Н. Дерягин, придумали гениальный, как нам казалось, выход из положения: нарисовали шахматную доску внутри выдвижного ящика стола. Игра происходит при выдвинутом ящике, а в случае появления начальника ящик задвигается, и молодые специалисты невинно, как библейские ангелы, продолжают читать научную литературу. Вскоре после розыгрыша дебюта четырех коней в комнату входит Дерягин. Мы невозмутимо задвигаем ящик и смотрим невинными глазами на начальника. А фигурки, согласно эффекту «домино», падают один за другим с грохотом, усиленным хорошим музыкальным деревом стола. Немая сцена. Каждый из нас тут же в уме прикинул, на сколько в текущем месяце уменьшатся премиальные.

Был случай, когда шахматную партию прервал … милиционер. Дело в том, что по неблагоприятному стечению обстоятельств я и Володя Ананьев (тогда ещё он не был главным инженером) оказались однажды в отделении милиции, арестованные и брошенные в камеры предварительного заключения - КПЗ. Камеры были соседними, и, чтобы скоротать время не слишком приятного пребывания на холодном бетонном полу, мы решили играть в шахматы, естественно, «вслепую». И вот один из нас громко кричит через стенку: «е2-е4!». Второй отвечает: «е7-е5»! На этом игра была прервана окриком дежурного милиционера: «Перестаньте переговариваться шифром!»

Подходы к решению технических задач у Володи и у меня были, как правило, разные. Формулируя кратко, ондействовал как *стратег,* ая *–* как *тактик*. Такое различие частенько порождает споры и недопонимание, но, глядя назад, могу смело сказать: *мы работали в тандеме.* В нашем тандеме изредка были разногласия, но всегда удавалось найти удовлетворительное решение.

В команде физиков-реакторщиков стоят особняком *Вадим Дмитриевич Денисов и Лев Константинович Кулькин.* Меня связывали с ними больше дружеские отношения, нежели чем реакторные дела. Последние ограничивались составлением шуточных отчетов. Например, в преддверии Дня Дурака задумали издать препринт с «гениальной» идеей – изменение вращения диска модулятора реактивности приводит к соответствующему повороту спина нейтронов (?!). Значит, экспериментаторы на пролетных базах, которые считают нейтроны ночи напролёт, будут знать направление и скорость вращения диска и разбудят спящих на пульте дежурных физиков в случае аварийного состояния. А в списке литературы была ссылка на первоисточник: «Частное сообщение В. Денисова», – это о том, что «электрон имеет отрицательный заряд». Вот так они шутили. Вадик и Лев были неразлучны. Даже когда работали в разных отделах и в разных сменах (Денисов – на ИБР-30 и ИРЕН, а Лёва – на ИБР-2 с 1976-го), они ухитрялись вместе обедать и восседать в кофейной ЛТФ. Там Лев был центром внимания, особенно женского, но без Вадика, его тени, значимость Лёвиных сентенций почему-то блекла. Даже во время их кратковременной размолвки (единственной на моей памяти) совместные кофепития не прекращались, и странно смотрелись неразговаривающие друг с другом неразлучные спутники.

Наша «святая троица» (прости, господи, за лукавство!) образовала ядро клоунов самодеятельной сцены, театральной труппы КЛОП (*см. часть «В гармонии с реактором»).*

В период моего развития от среднего уровня выпускника МИФИ до сравнительно грамотного инженера-физика маяками для меня были две фигуры – Ю.Я. Стависского и Ф. Л. Шапиро. До завершения развития в первые четыре-пять лет работы я был таким же недоучкой и самоуверенным человеком, как и большинство начинающих инженеров и научных сотрудников. Это приводило к ошибкам и просчетам, но в необузданной смелости иногда кроется причина успеха. Остановлюсь на минутку на некоторых примерах того и иного из своего опыта.

Пример недостатка щепетильности и излишней самоуверенности можно взять из практики моей теоретической активности. Был задуман с подачи Федора Львовича режим редких импульсов на ИБРе – один раз в несколько секунд вместо пяти импульсов в секунду. Из-за чрезмерного увлечения секретностью (даже в нашем гражданском и международном институте) нам не были предоставлены в нужном объеме данные о свойствах металлического плутония, который составлял неподвижную часть активной зоны ИБР. В результате при анализе безопасности режима редких импульсов (в архиве сохранился мой очень толстый отчет) я не учел одну из составляющих коэффициента реактивности и сделал вывод, что величина импульса мощности ограничивается внутренним свойством гашения цепной реакции, и этот режим безопасен. При выводе я использовал оригинальную методику, чем гордился. И только через несколько лет, когда случилась авария (*об этом в главе «Русская рулетка»)* в результате наложения многих отказов и ошибок персонала, стало понятно – из-за недостатка знаний свойств металлического плутония вывод об абсолютной безопасности режима редких импульсов был не совсем верен. Вот вам цена излишней секретности! Хотя именно в этом режиме работы ИБРа в 1968 году были открыты ультрахолодные нейтроны *Владиславом Ивановичем Лущиковым, Юрием Наумовичем Покотиловским, Александром Владимировичем Стрелковым и Федором Львовичем Шапиро!*  Диалектика.

Другая моя ошибка обернулась в конце концов большой удачей. Это – многолетняя история совершенствования подвижного отражателя для ИБР-2, *см. главу «Письмо тракториста».*

Из ранних успешных работ могу отметить разве что эффективную одноточечную модель кинетики реактора, которая была затем изложена в одной из трех глав моей кандидатской диссертации. Совершенствовать общепринятую модель одноточечной кинетики я начал после того, как Федор Львович отчитал меня за «скоропалительный и ненаучный подход» к решению задачи о времени «жизни» нейтронов деления в реакторе с полостью между активной зоной и отражателем. Тот позорный отчет я написал в процессе подготовки ИБРа к работе в режиме бустера (*см. следующий раздел*). Конечный результат, вообще говоря, был близок к реальному, но методика… Вот так, сгорев от стыда перед любимым учителем, я напрягся и придумал вполне научный подход. Много позднее эффективная одноточечная модель кинетики реактора заняла равноценное место среди прочих пространственно-временных моделей кинетики в основополагающей монографии *Владимира Федоровича Колесова* .

Не я один испытывал священный трепет перед разговором с Ф.Л. Шапиро; о том же вспоминают и А. Стрелков, и Ю. Покотилосвский, и А. Балагуров, и другие сотрудники ЛНФ набора 50-х и 60-х. Нужно было выложиться до конца, ни строчки халтуры – «Федор» всё заметит.

По-видимому, получив уроки строгости от Шапиро, я проверил теорию Бондаренко-Стависского (БиС) и в формуле временной зависимости нейтронного потока нашел ошибку: точное значение энерговыделения в импульсе оказалось в два раза выше, чем у БиС. Источник их ошибки – необоснованное пренебрежение источником запаздывающих нейтронов в период надкритичности. И.М. Франк в своей большой статье об ИБРе в сборнике ЭЧАЯ использовал эту поправку, не забыв упомянуть автора. Отдаю должное объективности нобелевского лауреата.

***Импульсные бустеры – это вам не английские бульдоги!***

*«…И вот Максимыч приглашен,*

*Чтобы в Дубне на зависть миру*

*Построить «ИБР плюс микротрон».*

*…………………………………*

*Роберт при всем честном народе*

*Нам про царя поведал сказ.*

*И про царя, и про Ивана*

*Без лишних слов и без обмана*

*Поведал мудро, как Платон,*

*Про этот самый микротрон…»*

Следующим усовершенствованием импульсных источников нейтронов в ЛНФ был импульсный бустер – тандем ускорителя электронов с пульсирующим реактором. Началось с того, что Федор Львович принес однажды на пульт какой-то английский журнал с описанием нейтронного источника нового типа. Это было где-то в начале 61-го, реактор уже работал, мы следили за мощностью реактора и открывали-закрывали по просьбе физиков-экспериментаторов шиберы – толстые бетонные блоки, перекрывающие поток нейтронов из зала реактора в длинные нейтроноводы. «Физики-экспериментаторы» – это все физики лаборатории за вычетом тех, кто сидел за пультом ИБР; это были мы, «реакторщики». Нас было четыре человека в 1959 -м, в 1960-м – 9, а в 1961-м – уже 12. Вот тогда, на пульте, я и познакомился с новым понятием «бустер» (от английского глагола to boost – усиливать, умножать), прислушиваясь к разговору Шапиро и Блохинцева, обсуждавших статью в том журнале. Оказывается, в 1959 году в Харуэлле (ядерный центр в Англии) был запущен в работу импульсный источник нейтронов на базе ускорителя электронов и урановой сборки.

Установка в Харуэлле представляла собой активную зону из урана в подкритическом состоянии с коэффициентом размножения нейтронов деления 0.9, а в её центре находилась нейтроно-производящая мишень электронного ускорителя. Нейтроны, вылетающие из мишени во время импульса электронов, размножались в подкритической сборке в 10 раз, т.е. было 10-ти кратное умножение нейтронов при сохранении длительности импульса. Харуэлльский бустер производил нейтроны более короткими импульсами, чем ИБР, но с меньшей интенсивностью. Было понятно, что ИБР может работать в таком же режиме бустера, но с умножением нейтронов не 10, а 100, 200, а может быть и больше. – ведь во время короткого времени прохождения уранового вкладыша через зону можно безопасно работать при коэффициенте размножения нейтронов деления даже больше единицы Это был бы уже *импульсный бустер,* с модуляцией реактивности, которой нет в Харуэлле.

 Под впечатлением разговора двух великих мужей я решил оценить, какое же умножение можно получить на нашем ИБРе. Пользуясь известной тогда формулой Ф.Л. Шапиро для эффективности («качества») источника нейтронов, предназначенного для работ по спектрометрии нейтронов по времени пролета:

*Качество пропорционально интенсивности нейтронов, деленной на квадрат длительности импульса нейтронов,*

нетрудно было установить, что существует оптимальный режим работы бустера, иначе говоря, нет смысла «выходить» на большое умножение – максимальное *качество* достигается при определенном умножении, приблизительно равном удвоенному отношению длительности импульса нейтронов мишени к времени жизни нейтронов в реакторе. Для ИБРа это было около 100. Федор Львович одобрил мою работу, хотя, скорее всего, он и сам знал это.

В таком режиме наш *импульсный бустер* и начал работать с 1965 года после создания и пуска миниатюрного оригинального ускорителя электронов – микротрона (*это не маленький трон, как обыгрывалось в капустниках, а серьезный ускоритель электронов малого размера).* Идея микротрона была предложена *В.И. Векслером* в 1944 году, и такой ускоритель работал тогда в Москве, в Институте Физических Проблем. Его создатель *Сергей Петрович Капица* согласился быть научным руководителем нашего варианта микротрона, а главными участниками разработки с нашей стороны стали два «кита» в области высокочастотных электромагнитных полей: *Иван Максимович Матора,* которого взяли из ЛЯРа, и *Роберт Васильевич Харьюзов,* по совместительствупоэт и практик по всем вопросам, включая автомобильные моторы на чистой воде без бензина. Иван Матора («Максимыч») – участник войны с Японией и Германией; в 1960 г. вместе со своей большой семьей (трое детей) перебрался в Дубну из Ленинграда, где около 10 лет возглавлял расчетную группу в НИИ электрофизической аппаратуры (НИИЭФА) и защитил там кандидатскую диссертацию. Так в нашей команде ИБРа появился первый остепенённый ученый. Трудно найти двух людей, которые так разительно отличались бы друг от друга, как Иван и Роберт. Харьюзов – практик, самую сложную техническую задачу он решал непостижимо быстро, без расчетов, как опытная хозяйка печет блины, не задумываясь над пропорциями ингредиентов, и блинчики всегда получаются «ах, как вкусны!» Максимыч же применял разные рецепты решения задачи, используя «поваренную» книгу и свои собственные теории. Он подходил к микротрону, как к нерешенной загадке природы. А в этом равных Маторе не было: у него была своя теория шаровой молнии, он по-своему объяснял феномен малого нагрева УХН, который терзал наших физиков десятилетиями, он был уверен в существовании внутренней структуры электрона и мюона и позднее подготовил к публикации книгу об этом (*Матора И. М., Реальный электрон. Дубна: ОИЯИ, 2006. - 114 с*). Переубедить Ивана в таких вопросах не смог бы даже сам Тяпкин. Упрямство сыграло с Иваном Максимычем злую шутку, но это было потом (*см. часть 2*), а в 60-х несхожесть научных подходов и характеров Ивана и Роберта не мешала им решать многочисленные проблемы создания микротрона. Самый «деликатный» узел в микротроне – резонатор. Для ускорителя-инжектора ИБРа «московский» резонатор не подходил, и нашим «китам» пришлось изрядно попотеть, прежде чем удалось сконструировать резонатор с нужными характеристиками.

Володя Ананьев и я помогали Маторе и Харьюзову. Володя участвовал в основном в разработке и создании систем отвода тепла от резонатора и других узлов микротрона, а я возился с нейтронопроизводящей мишенью и проводкой пучка электронов на неё. Пучок электронов подавался на мишень (просто цилиндр из полированного вольфрама; неиспользованный образец находится в Музее Истории Науки и Техники ОИЯИ) по вакуумированному каналу. Я предложил сделать вакуумное донышко канала («окно») из бериллия – самого легкого металла. Старшие коллеги предупреждали, что соединить тонкую фольгу бериллия с трубкой канала невозможно, к тому же бериллий ядовит. Но я настойчиво уцепился за свою идею и настаивал на бериллиевом окне – дело в том, что электроны рассеиваются на «окне», и чем оно тоньше и чем легче металл, тем больше электронов попадает на вольфрамовую мишень. Такие расчеты сделал лучший тогда в ЛНФ теоретик *Виктор Николаевич Ефимов.* Я нашел в технической литературе описание технологии специальной пайки бериллия с применением химикалий. Спаянный шов должен был иметь структуру стекла (что-то похожее на известный коваровый переход). После химической обработки и нанесения флюса бериллиевая фольга была подвергнута нагреву… и мгновенно, чуть ли не со взрывом, превратилась в белый дым. Дым исчез в вентиляционной трубе, и только это спасло меня от разноса за «распыление отравляющего вещества».

Импульсный бустер «ИБР+ микротрон» был введен в эксплуатацию в начале 1965 года. Это дало сокращение длительности нейтронной вспышки почти в 20 раз (до 4 мкс), и ядерная физика на пучках сделала очередной шаг вперед.

Моя работа по определению оптимального умножения реактора в режиме импульсного бустера (в общем-то элементарная теория) была опубликована только в виде отчета, и лишь позднее вошла в общие публикации об ИБРе. Тем не менее, в 1971 году моя фамилия оказалась в списке ученых и инженеров, которым присудили Государственную премию за «Исследовательский реактор ИБР и реактор ИБР с инжектором». Думаю, что моё заключение о существовании оптимального режима работы бустера сыграло определенную роль, но главное, что было сделано в 60-е годы – это теоретические исследования (с участием *Геннадия Никитовича Погодаева,* для меня *Гены*), в которых определена оптимальная мощность импульсного, периодически пульсирующего реактора, предназначенного для спектрометрии нейтронов по времени пролета: 10-15 МВт. Эти цифры были положены в основу проектирования ИРМ (рабочее название проекта ИБР-2), начатого в 1966-м с проектной мощностью именно 10 МВт (после детальной разработки решили ограничиться 4 МВт по соображению теплоотвода). Точность нашего с Геной предсказания подтвердилась в последние годы – в 2015 году были начаты работы по созданию ИБРа третьего поколения со средней мощностью 10-12 МВт. Так что можно считать, что автор уже получил премию за будущий НЕПТУН (имя будущего реактора, см. соответствующую главу мемуаров), по крайней мере, часть премии, а ещё одну часть можно было бы отдать Геннадию Никитовичу. Мудрая фраза Володи Ананьева в мой адрес «Не переживай – считай, что это аванс тебе» оказалась пророческой. Так Володя ответил на мой вопрос-извинение за то, что НТС 1970 года проголосовал за внесение моей фамилии в список лауреатов. Ананьев же получил свою премию Правительства РФ только в 1996-м, а достоин много большего…Уж аллея-то его имени непременно должна вести к реактору.

Сейчас, когда прошло более шестидесяти лет, создание реактора ИБР, ставшего родоначальником целой цепочки ИБРов (ИБР-30, ИБР-30 с инжектором, ИБР-2, ИБР-2М, НЕПТУН) можно бесспорно считать историческим событием. Но мне, молодому, полному оптимизма, с горящими глазами и жаждой общения и творчества, более интересным представлялось играть в КВН, участвовать в самодеятельности, снимать кинофильмы, играть в футбол и шахматы. Как удавалось совмещать несовместимое – не знаю. Пусть на это попробует ответить современная молодежь.