

В 1960-м Игорь Васильевич Курчатов поручил молодому харьковскому физико-технику Владимиру Тарасовичу Толоку руководство научной программой по разработке основ управляемого термоядерного реактора стеллараторного типа.

По этой программе в Харьковском физико-техническом институте была создана единственная в Украине мощная экспериментальная база для актуальных исследований термоядерной энергетики и сформирована харьковская школа плазмистов-термоядерщиков.

В 70-х гг. по инициативе и непосредственном участии В. Т. Толока получили широкое развитие исследования в области неравновесной плазмохимии высоких энергий, которые привели к созданию нового прогрессивного направления в плазменной технологии – получение новых материалов на атомно-ионном уровне в установках «Булат».

*К 90-й годовщине со времени рождения  
члена-корреспондента НАН Украины В. Т. Толока*

**ХАРЬКОВ: «УРАГАН-3»  
(крупнейшая в мире термоядерная установка)**

*<...> академик Курчатов,  
по рекомендации директора института Синельникова,  
предложил мне возглавить работы по сооружению в институте  
крупнейшей в мире термоядерной установки <...>  
Из воспоминаний В. Т. Толока\**

Владимир Тарасович Толок родился 25 декабря 1926 года в городе Умань Черкасской области. «Отца, Тараса Владимировича, со своего сознательного возраста и до его пенсионного помню только в военной форме. Мама говорила, что у него чрезвычайно важная и опасная работа. Он перевозил большие ценности: деньги и всякие секретные бумаги. С самого раннего детства запомнил и мудреные слова: фельдсвязь и фельдъегерь. Со временем мне пояснили, что отец работал в отделе инкассации и перевозки ценностей...»

Читать научился неожиданно. Сам. Все буквы знал уже давно. Но из них ничего не получалось. У нас дома была толстая подшивка великолепного журнала “Всемирный следопыт” с интересными рассказами и картинками. Эти журналы я рассматривал очень часто, изучил каждую страницу. А прочесть ничего не мог! И вдруг меня осенило! Оказывается, если буквы произносить “неправильно”: не так, как в азбуке, и не по одной, то получаться могут знакомые слова. Вот это было открытие! С тех самых пор я полюбил чтение. Более того – оно стало моей настоящей страстью».

1941 год... Эвакуация... Оренбургская область...

Володя Толок – помимо учёбы – также старается *по-мужски* и помогать: наравне со взрослыми работать. «Начали мы трудиться в колхозе украинско-казахского села Айдерля. Женщины работали на току, а я был определён на “лобогрейку” (?). Когда впервые услышал это слово, то не мог понять, что ОНО такое. Ассоциации возникали разные. Когда же увидел этот “агрегат” – сенокосилку, то и тогда не сразу постиг смысл меткого народного названия. Объяснение пришло после первого трудового дня: лоб нагревался в процессе тяжёлого физического труда. Всё оказалось просто».

А в ноябре 1943 года, проучившись всего два месяца в 10-м классе (г. Махачкала), он добровольно, в неполные 17 лет, ушел на фронт... «Зашёл в школу. На перемене попрощался с классом...»

Вечером же нас, новобранцев, на вокзале провожали родители. Сцена была тяжёлой. Впервые расставался с мамой, впереди была война. Уже на ходу поезда, с подножки крикнул: “Мама, я скоро вернусь!”».

И действительно, в конце мая 45-го воздушный стрелок-радист Владимир Толок по состоянию здоровья был демобилизован. (Кстати, именно 9 мая 1945 года он был выписан из главного военно-морского госпиталя, где находился на излечении после аварии самолёта.)

«Положение моё стало неопределённым. Как жить дальше? Что делать? Образование – всего девять классов. Не доучился, хотя и не по своей вине. Дома решили: только учиться дальше».

Сдав экстерном экзамены за 10-й класс, Володя Толок поступил на физико-математический факультет Днепропетровского государственного университета.

«На физмате впервые почувствовал, как, оказывается, трудно может быть учиться. Особенно на первом курсе. Одно время меня даже посещала мысль: а не пойти ли мне в другой вуз, где легче учиться. Но выдержал год, потом освоился. Невольно вспоминался тогда курс молодого краснофлотца с его первоначальной закалкой новичков».

\* Исторические и биографические факты – со слов Владимира Тарасовича Толока – впервые обнародованы автором статьи в кандидатской диссертации.

В Днепропетровском университете началась и моя спортивная “карьеря”. Я серьёзно увлёкся волейболом. Много тренировался. Был капитаном факультетской команды – чемпиона ДГУ 1949 года».

В конце 40-х гг. по специальному постановлению правительства из ряда вузов СССР начали отбор лучших студентов на спецфакультет Харьковского государственного университета (далее – ХГУ). В марте 1950 г. и Владимир Толок был переведен на 4-й курс ядерного отделения этого факультета.

«Учились мы тогда, – уточняет Владимир Тарасович, – отдельно от студентов ХГУ в небольшом здании во дворе университета. Вход в это помещение был только по пропускам. Лекции читали нам ведущие сотрудники УФТИ: Кирилл Дмитриевич Синельников, Антон Карлович Вальтер, Александр Ильич Ахизер, Яков Борисович Файнберг и другие известные учёные.

Лекции полагалось записывать в специальные тетради, где страницы были пронумерованы, прошнурованы и скреплены сургучной печатью. Эти тетради выносить за пределы корпуса не разрешалось.

Учились увлечённо и очень напряжённо. Да и стипендия у нас была почти втрое больше чем у студентов других факультетов ХГУ.

Дипломную работу я выполнял в УФТИ, в лаборатории Якова Борисовича Фогеля. Он, мой первый настоящий учитель, привил мне не только любовь к эксперименту и поиску, но и научил скрупулёзно вести записи в лабораторных журналах, что не раз помогало в дальнейшей моей научной работе правильно интерпретировать результаты.

Защита дипломной работы проходила в кабинете директора УФТИ К. Д. Синельникова. Нас по одному вызывали в этот кабинет для защиты своей дипломной работы. Это было обусловлено секретностью наших работ.

А 25 декабря 1951 года, как раз в день моего 25-летия, я получил диплом об окончании Харьковского государственного университета».

В Харьковском физико-техническом институте Владимир Тарасович Толок прошёл путь от младшего научного сотрудника до первого заместителя директора по научной работе.

Его первыми экспериментальными работами были исследования в области физики и техники линейных ускорителей протонов и электронов.

В 1956 году в результате самопроизвольного включения ускорителя во время проведения эксперимента произошел несчастный случай: Владимир Тарасович получил лучевое поражение кистей рук (при замене мишени, облучаемой электронным пучком). Далее с его слов: «Санчасть института “командировала” меня в Москву, в Институт биофизики Академии наук СССР. Клиника Института, куда я попал, была секретным учреждением. В ней изучалось влияние радиации на людей и животных, возможности их лечения.

В те годы полным ходом шли испытания атомного оружия, в этой клинике постоянно находились люди, работающие с атомным оружием и реакторами. Например, мне запомнился Лёша Галкин. Он находился в клинике уже не первый год. Лёша был лаборантом Института атомной энергии и стал “знаменит” тем, что вместе с одним инженером в аварийной ситуации вынужден был разобрать руками[*sic*] экспериментальный реактор, который готов уже был готов пойти в “разнос”. Тяжело было смотреть на этого парня: правой руки у него не было вовсе, а на левой, от которой остались кости, обтянутые прозрачной кожей, было два скрученных пальца. Передвигался он на костылях, ноги были покрыты незаживающими язвами...

Итог моего двухлетнего лечения был таков: ампутированы поражённые фаланги пальцев и нормализован состав крови.

“Приобрёл” я и необычные особенности: резкое сужение цветного поля зрения, полное отсутствие реакции на горькое и мгновенно возникающую головную боль при малейшей дозе рентгеновского облучения. Последняя особенность однажды сработала в США.

В начале 80-х годов, когда я часто бывал там в составе делегаций советских учёных-специалистов по управляемым термоядерным реакциям, произошёл любопытный случай. В Ливерморской лаборатории (*Lawrence Livermore National Laboratory*. – *Прим. А.Т.*) нашу делегацию в составе пяти человек провели через небольшое строение. Именно провели, потому что мы вошли и тут же вышли, ничего не осмотрев. На этот эпизод никто из наших не обратил внимания. Но не я...

Выйдя оттуда, я сразу почувствовал резкую головную боль. Сказал об этом главе делегации академику Е.П. Велихову: “Женя, нас прилично облучили”. Пришлось коротко на ходу объяснять, в чём дело. Конечно, говорить об этом не имело смысла американцам, скандал был не нужен, да и как докажешь? Однако за обедом, как бы “невзначай”, рассказал гостеприимным хозяевам историю моего *свойства*. Они люди умные, думаю, дошло. Мы и раньше знали, что в этой лаборатории занимаются не только мирными делами, но со временем стало известно, что тогда создавали там нейтронную бомбу. Похоже, нас “обработали”, на всякий случай».

Кстати, врачи категорически запретили Владимиру Тарасовичу работать с любым ионизирующим излучением.

В это же время в Харьковском физико-техническом институте начались исследования в новой области науки – физики плазмы.

Директором института Кириллом Дмитриевичем Синельниковым был создан научный отдел «Р» из пяти экспериментальных и двух теоретических лабораторий. Руководителем одной из лабораторий был назначен Владимир Тарасович Толок.

«О плазме, – как вспоминает Владимир Тарасович, – мы имели весьма смутное представление. Предстояла

интенсивная учеба. Приходилось много читать периодической литературы. Всем пришлось серьезно заняться английским языком. Вскоре под руководством Кирилла Дмитриевича Синельникова на относительно простых установках начали появляться наши первые результаты работы с "живой" плазмой.



СОВЕТСКИЕ УЧЕНЫЕ В ПРИНСТОНСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ. СЛЕВА НАПРАВО: 2. Б. Б. КАДОМЦЕВ  
4. В. Т. ТОЛОК, 5. С. СТРЕЛКОВ. СНА. 70-е ГОДЫ.

В январе 1960-го приехал в ХФТИ Игорь Васильевич Курчатов. Он привез в институт новое, очень интересное и важное спецзадание – начать на термоядерных установках-стеллараторах исследования по глобальной проблеме человечества – управляемому термоядерному синтезу (УТС).

Тогда академик Курчатов, по рекомендации директора института Синельникова, предложил мне возглавить работы по сооружению в институте крупнейшей в мире термоядерной установки – стелларатора, которому он дал название "Украина". Я был озадачен. Кто-то, конечно, должен был это делать, но я себя в такой роли не представлял.

К тому времени мой стаж работы в ХФТИ был около 8 лет. Я "дал жизнь" двум ускорителям – протонному и уникальному электронному с током в 10 ампер, что еще долго было мировым рекордом для резонансных ускорителей, а в физике плазмы успел "добыть" циклотронный резонанс на протонах в плотной плазме.

Наверное, об этом и был ранее разговор Синельникова с Курчатовым. Когда зашла речь о моём научном опыте, Курчатов весело заметил, что нужно добавить к этому опыту мои 33 года и смело начинать большую работу.

Как известно, у Игоря Васильевича Курчатова была привычка давать прозвища тем, с кем он работал. Меня он стал называть стрелком-радиостом – после расспросов о моей жизни.

Вскоре Владимир Тарасович Толок был командирован в Москву в распоряжение академика И. В. Курчатова для подготовки постановления правительства о развитии работ по УТС в Харьковском физико-техническом институте.

Все дни Владимира Тарасовича были расписаны по часам: в 9.00 – постановка задач на день в рабочем кабинете И. В. Курчатова, вечером – доклад Курчатову у него дома о проведенной за день работе. В субботу – ночной поезд в Харьков. Утром в воскресенье – доклад Синельникову. Подготовка новых техзаданий. Вечером – поезд в Москву. Понедельник: 9.00 – рабочий кабинет И. В. Курчатова...

7 февраля 1960 года неожиданно умер Игорь Васильевич Курчатов.

Из воспоминаний Владимира Тарасовича Толока: «В пятницу вечером, 5 февраля, я пришёл к Курчатову просить отпустить меня в Харьков в тот же вечер, а не в субботу, как обычно.

Игорь Васильевич был в превосходном настроении. Напевал что-то, шутил. Домой, правда, меня не отпустил, т. к. намечалось на субботу ещё какое-то дело. Тут же позвонил по прямому спецтелефону в Харьков Синельникову и перенёс намеченную мою встречу с ним с субботы на воскресенье. В конце этого телефонного разговора сказал, что собирается ехать с женой (сестрой Синельникова) в консерваторию слушать "Реквием" Моцарта.

То был роковой реквием.

В воскресенье 7-го февраля, когда я был уже дома в Харькове, позвонил мне Синельников. Говорил он медленно, с трудом подбирая слова: "Володя, мне сейчас позвонили из Москвы. Игорю Васильевичу очень плохо. Боюсь, что это серьёзно".

Вскоре по радио было объявлено о внезапной кончине академика Курчатова. Ему было только 57 лет. Это было горе для всей страны.

Так уж совпало, что именно в день внезапной кончины Курчатова в газете "Правда" была опубликована

его статья “Развитие атомной физики на Украине”\*. Игорь Васильевич писал о том, что недавно побывал в Харькове в институте своего друга К. Д. Синельникова и что там начаты работы над главной проблемой современной науки – проблемой управления термоядерными реакциями.

В настоящее время в области исследования ядерных реакций при энергиях сталкивающихся частиц от одного до ста миллионов электроновольт Украина благодаря работам Физико-технического института Академии наук УССР в Харькове и Института Физики АН УССР в Киеве вышла на первое место в ряду братских республик нашей великой Родины...

Наконец, в настоящее время в Харьковском физико-техническом институте начаты работы над главной проблемой современной науки – проблемой управления термоядерными реакциями. Успешное решение этой задачи откроет поистине невиданные перспективы.

В Харьковском физико-техническом институте работы по управляемым термоядерным реакциям под общим научным руководством К.Д. Синельникова начаты всего полтора - два года назад. Но за это короткое время выполнены важные теоретические и экспериментальные исследования свойств ионизированной плазмы... Все это позволяет уже сейчас перейти на Украине к проектированию и строительству крупных установок для проведения исследований по термоядерным реакциям» [«Правда» от 7 февраля 1960 года].

Кончина И. В. Курчатова серьезнейшим образом отразилась на судьбе стеллараторной программы ХФТИ. В итоге только через семь лет (вместо одного года, намеченного Курчатовым) была сооружена установка значительно меньших размеров, чем он намечал. Да и к тому же имя “Украина”, совсем не напрасно данное Курчатовым, было заменено на “Ураган”».

Стоит подчеркнуть и тот факт, что термоядерные исследования в СССР, США и Англии начали проводить почти одновременно в начале 50-х. Эти работы велись под грифом “секретно”.

Перед учеными была поставлена сложнейшая задача – перейти от неуправляемого взрыва водородной бомбы, где термоядерная реакция уже была осуществлена, к управляемому процессу получения энергии. Необходимо было найти способы нагреть вещество до 100 миллионов градусов и удержать в изоляции от окружающей среды (NB: температура самого тугоплавкого металла – вольфрама – всего 3 500 ° C).

Начало широкому международному сотрудничеству в этой области положил доклад И. В. Курчатова в Харуэльской Лаборатории (Англия, 1956 год) о результатах работ по управляемым термоядерным реакциям в СССР.

И это была сенсация (!).

Американцы и англичане решили «в долгу» не остаться и вскоре выпустили «Nature», в котором все статьи были посвящены только управляемому термоядерному синтезу.

Затем на международном уровне было принято решение о создании совместной советско-американской координационной комиссии (далее – СКК) по управляемому термоядерному синтезу. В эту комиссию входили руководители ведущих термоядерных лабораторий СССР и США.

Постоянным членом этой комиссии от ХФТИ был назначен Владимир Тарасович Толок. Об этом этапе своей жизни он рассказал следующее: «Работа комиссии заключалась в ежегодном ознакомлении ее членов с работами советских и американских термоядерных лабораторий. За 14 лет совместной работы мы хорошо узнали друг друга.

В США днём мы обычно напряженно работали в лаборатории, а вечером были обязательные приемы в домах руководителей этих лабораторий. Открытое деловое обсуждение результатов работ способствовало выравниванию их научного уровня до международного.

Термоядерные лаборатории США были разбросаны по всей стране от Атлантического океана до Тихого.

Однажды случилось так, что по дороге в Лос-Аламос (где были созданы первые атомные бомбы) мы оказались в самолете-такси без сопровождающих нас американцев. Во время полета пилот нам вдруг заявил: “А мій батько з Києва”. Правда, на “мові” своїх предков он больше ничего сказать не мог, но контакт между нами возник. И он решил гостеприимно показать нам окрестности Лос-Аламоса (самой закрытой территории США). Мы тогда сверху увидели не только индейские резервации, но и отдельные сооружения, которые располагались в глубоких ущельях. Наш полет в этом районе несколько затянулся, что вызвало немалое беспокойство американцев, прилетевших на место раньше нас.

В музее Лос-Аламоса нам показали макеты первых атомных бомб – “Малыша” и “Толстяка”. Предложили поработать с манипулятором – механической “рукой” для работы с радиоактивными материалами – и попросили что-нибудь написать на память. Я оставил им на память свою подпись, но было искушение написать традиционно-родное “Здесь был Вова”. В общем, за время моих туров по Америке накопилось много впечатлений, поводов для раздумий и сравнений».

Следует особо отметить тот факт, что именно с 1960 года Харьковский физико-технический институт активно сотрудничает со многими термоядерными центрами мира.

Например, Владимир Тарасович Толок как руководитель термоядерных исследований ХФТИ посетил – с 1960-го по 1985 год – следующие страны:

---

\* Развитие атомной физики на Украине” – и. в. Курчатова: «В январе нынешнего года я, как в старое время, провел в этом институте несколько дней, доставивших мне много радости...»

США (ознакомление с работами научных центров в области физики плазмы и УТС; 1960),  
Австрия (международная конференция МАГАТЭ в области физики плазмы и УТС; 1961, Зальцбург),  
Англия (совещание по устойчивости плазмы в магнитном поле; 1962, Кембридж),  
США (ежегодная конференция американского физического общества; 1962, Атлантик-Сити),  
США (ознакомление с работами термоядерных центров; 1964),  
Англия (международная конференция по физике плазмы и УТС; Лондон, 1965),  
Италия (ознакомление с работами по физике плазмы; Фраскати, 1966),  
Швеция (2-я европейская конференция по физике плазмы и УТС; Стокгольм, 1967),  
ФРГ (ознакомление с работами по физике плазмы; Бохум, Гархинг, 1972),  
США (член постоянной советско-американской комиссии по термоядерной энергетике, ознакомление с работами плазменных лабораторий в Принстоне, Ок-Ридже, Лос-Аламосе, Ливерпуле, Беркли, Бостоне (МТИ); 1973-1987),  
США (ознакомление с работами термоядерных центров в рамках СКК; 1973, 1975, 1977),  
Чехословакия (8-я европейская конференция по физике плазмы и УТС; Прага, 1977),  
Франция (ознакомление с работами термоядерных центров; 1978),  
США (ознакомление с работами термоядерных центров в рамках СКК; 1979),  
США (9-я международная конференция МАГАТЭ по физике плазмы; ознакомление с работами научных центров в рамках СКК; 1982),  
США (ознакомление с работами термоядерных центров в рамках СКК; 1985),  
Иран (чтение лекций в Тегеранском университете; 1994).

В 1966 году Владимир Тарасович Толок возглавил отделение физики плазмы Харьковского физико-технического института. Отделение состояло из пяти научных отделов, инженерно-технического сектора и специализированной лаборатории плазменной технологии.

Работы в отделении были развернуты по долгосрочным программам «Ураган», «Юпитер», «Пучок» и «Булат».

Стеллараторная программа «Ураган» – самая большая – включала в себя разработку научных и технологических вопросов, связанных с сооружением крупных термоядерных установок. В частности, в рамках этой программы была сооружена серия уникальных замкнутых магнитных ловушек стеллараторного типа: «Сириус», «Ураган-1», «Ураган-2», «Ураган-2м».

По этой же программе были построены первые в мире, разработанные в ХФТИ, усовершенствованные новые модификации стелларатора – торсатроны «Сатурн», «Винт» и не имеющий аналогов в мире «Ураган-3».

И вот что по этому поводу рапортовала года газета «Правда» от 29 августа 1982 года:

«Новый шаг на пути к созданию управляемого термоядерного синтеза сделали ученые Харькова. В Физико-техническом институте Академии наук УССР начала действовать одна из крупнейших в мире стеллараторных установок – «Ураган-3». Широкая программа исследований предусматривает изучение закономерностей поведения плазмы, нагретой до нескольких десятков миллионов градусов...»

Первый стелларатор этого типа был создан в нашем институте в 1970 году. С тех пор в рамках общесоюзной термоядерной программы в Харькове сконструировано несколько подобных систем. Ученых привлекает их способность работать в постоянном режиме, необходимом для функционирования будущих промышленных реакторов. «Ураган-3» – базовая установка, которую предполагается непрерывно совершенствовать, наращивая ее мощность» [Цитирование по: «Заработал "Ураган"»].

Также успешно разрабатывалась и научная программа «Юпитер», которая была направлена на изучение удержания горячей плазмы в электромагнитных ловушках, предложенных О. А. Лаврентьевым.

Основной же задачей программы «Пучок» было изучение эффектов взаимодействия плазмы с электронными и ионными пучками, а также исследование процессов ускорения заряженных частиц и генерации излучения в широком диапазоне частот (научный руководитель Я. Б. Файнберг).

Во всех программах были получены фундаментальные научные результаты. В частности, на стеллараторах были изучены закономерности удержания плотной водородной плазмы с температурой в десятки миллионов градусов.

«Программа «Булат» – моё «детище», важная и теперь уже последняя часть моей научной жизни, – не без заслуженной гордости подчёркивает Владимир Тарасович Толок. – Появление научной программы «Булат» – пример «закономерной случайности», когда в ходе решения «стратегической» задачи удалось не пропустить побочный эффект, правильно оценить его значение и развить его в целое новое направление в технологии, т.е. удалось «по дороге в Индию заметить Америку».

Основой этой технологии является способ, названный нами «КИБ» – Конденсация с Ионной Бомбардировкой.

Он родился при разработке сверхмощных высоковакуумных безмасляных насосов для наших стеллараторов. В этих насосах использовался эффект интенсивного поглощения газов слоями расплывлённого титана. Было обращено внимание на то, что при распылении титана с помощью электрической дуги образуется плазма, более чем на  $\frac{1}{4}$  состоящая из ионов титана.

После этого нетрудно было прийти к мысли, что с помощью дополнительного электрического поля, ускоряющего ионы «бомбардирующие» поверхность, можно внедрить в неё титан.

И уже в первых экспериментах были получены прочные плёнки металлов. Изготовленные по этой программе установки мы назвали “Булатами”».

Технологии и установки “Булат” впоследствии были широко внедрены в промышленность нашей страны и за рубежом. Например, была продана лицензия американской фирме «Малти арс» с правом создания дочерних фирм в 47 странах мира.

Также Владимир Тарасович Толок – автор и соавтор более 200 научных работ, 18 изобретений и патентов.

Сердце члена-корреспондента НАН Украины Владимира Тарасовича Толока перестало биться 11 декабря 2012 года.

Но... “Они жили! ” – так говорят римляне о мертвых, не желая произносить зловещих слов\*.

---

\* Цитирование по: *Плутарх*. Сравнительные жизнеописания в двух томах, М.: Издательство «Наука», 1994. Издание второе, исправленное и дополненное. Т. II.