

ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА ЛАЗЕРНОЙ УСТАНОВКЕ «ИСКРА-4»

А. И. ЗАРЕЦКИЙ



А. И. Зарецкий

А. И. Зарецкий был руководителем опытов на мощной лазерной установке «Искра-4» (УФЛ-4), построенной и запущенной после установки УФЛ-3. На этой установке впервые проводились опыты по симметричному сжатию и нагреву лазерным излучением микросфер с газовой смесью тяжелых изотопов водорода (D_2+T_2) с целью получения нейтронов термоядерной реакции. В жанре репортажа описываются два эксперимента, явившиеся наиболее важными в жизни установки и имевшие наибольший резонанс в научно-технических и руководящих кругах института и отрасли.

Первый эксперимент

Всякое начало трудно — эта истина справедлива для каждой науки.

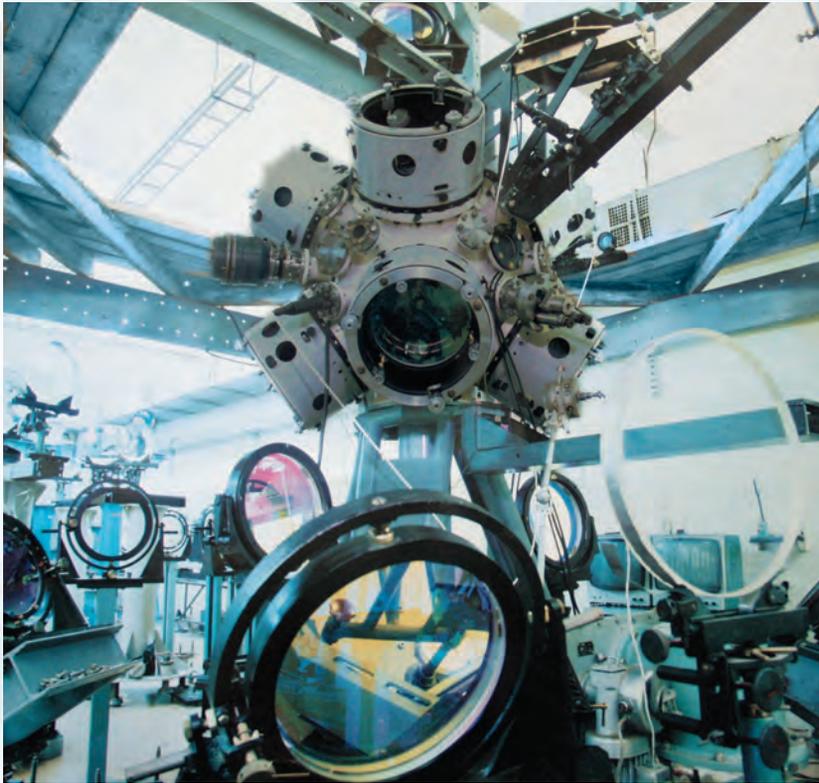
К. Маркс

Повествование это — рассказ о первом эксперименте с воздействием лазерного излучения на стеклянную сферическую мишень, заполненную DT-газом. Не все здесь гладко было, но такова жизнь. В опытах участвовал большой коллектив сотрудников из нескольких лабораторий. После успешного физического пуска установки в конце 1979 г. проведено четыре эксперимента с работой всех каскадов установки, располагающихся в двух помещениях: «сотка» и ангар. Эти опыты позволили выбрать энергетический режим, апертуру оконечного каскада усилителя применительно к эксперименту по мишени.

Перед экспериментом была откалибрована рабочая схема, настроены на плоский фронт согласующие телескопы, разводящие излучение на 4 объектива мишенной камеры. Подготовле-

но достаточное количество газов для силовых каскадов, камера начинена регистрирующими приборами. Группа А. В. Бессараба доводила мишенную камеру с фокусирующей оптикой. Дело оставалось за готовностью лаборатории, ответственной за сам лазер. Один срок опыта сменялся другим, несмотря на немалое давление сверху и «зеленую улицу» заказам. Сектор жил ожиданием эксперимента, надоело отвечать на шутку: «Когда же нейтроны вышибать будете?».

Наконец окончательно назначен срок опыта: понедельник 25.03.80 г. Этот тяжелый день нам до этого приносил пока только успехи. Но здесь традиция нарушилась — эксперимент пришлось отодвинуть. Во-первых, возникли трудности с настройкой в камере. Во-вторых, после двухмесячного «бездействия» пропал вакуум в выходном усилительном каскаде. По-видимому, и усилитель «устал» ждать опыта. Физическими усилиями бригады вакуумщиков на протяжении двух дней в две смены шла «перетасовка» и откачка секций усилителя — чутьем и методом «тыка». К среде был получен рабочий вакуум, а в среду вечером А. В. Бессараб, А. В. Рядов и Л. В. Львов закончили настройку камеры с фальш-мишенью, Э. Э. Лин зафиксировал ее на экранах мониторов. Этим же вечером был оторван от домашнего телевизора А. В. Веселов — его вызвали для выдачи рабочей мишени. С этих пор и пошел отсчет времени опыта. К утру следующего дня (четверг) получен необходимый вакуум в камере (10^{-5} Торр), т. е. можно было выписывать общее задание на проведение эксперимента, число участников которого перевалило за тридцать. В. И. Панкратов даже усилил свою группу прекрасным полом — невиданный случай в практике подобных экспериментов. Камера с разводящей оптикой была главной в этом эксперименте, основные узлы прошли не одно испытание, и исполнители ждали своего часа. Дела на камере сначала хоть медленно, но двигались, к вечеру засветилась на экранах мониторов в лучах юстировочных пучков мишень. Вроде бы основное сделано, для мобилизации остальных участков в 21 час выдаю команду полуторачасовой



Камера взаимодействия с мишенями установки «Искра-4»

готовности, надеясь, что уж через три часа кнопку нажмем.

Но тут проявились упущения, что неудивительно для первого опыта. В юстировке всего оптического тракта «Искры-4» участвует излучение пяти лазеров ЛГ-38 (трасса длиной 200 м). Оказалось, что последний лазер, по которому выставляется мишень, плохо состыкован с четвертым лазером. В дальнейшем выявился еще ряд неточностей, так что исправления, которые пытались по ходу дела осуществить, не меняли общей неважной картины. Время далеко за полночь. Последние предутренние два часа я уже был сторонним наблюдателем, поняв, что при таком состоянии дел не выбраться из этого лабиринта. В шесть часов утра на работу начали звонить жены, обеспокоенные отсутствием мужей. Часть участников дремлют сидя, а то и на столах. Остается решить вопрос, когда же продолжать эксперимент. Наступила пятница, последний день недели. Решили что основная масса участников придет к 5–6 часам вечера, ну, а кому сам бог велел, те будут к двум часам дня. Около семи часов утра все расходятся в непривычном для этого времени направлении — домой. Какой там сон, дети толкают, почему, мол, не на работе?

После обеда, поразмыслив сообща, «помолясь» — приступили к делу. Дело пошло ходко, к 5 часам вечера оптическая схема стыковки с камерой была выставлена. Навели излучение на мишень, на экране опять засветилась точка фокусировки. Не предвидя такого хода дела, часть исполнителей еще не пришла на опыт. Начали звонить по домам. Наконец, все участники на своих местах. Не выдержал, появился и С. А. Сухарев, вернувшийся в этот день из поездки. По его настоянию отправили домой проникшую в наши ряды женщину — так все-таки спокойнее и не будем нарушать традиции. К 9 часам вечера у камеры все готово. Выдаю команду часовой готовности. Теперь основная работа в «сотке»: стыковка всех лучей, подготовка задающего генератора, конденсаторной батареи и регистрирующей аппаратуры всей установки. Все идет нормально, в 22 часа 30 минут 28.03.80 г. про-

изводится пуск лазера. В «сотке» сработало все хорошо, энергия излучения назад от мишени слишком большая — значит попали в мишень. В. А. Самылин сообщает из ангара, что энергия на выходе та, что надо. Запрашиваю А. В. Сеника: «Как сработали регистраторы излучения мишени, есть ли что?». Отвечает В. М. Муругов, чувствуется, что-то получили: «Никаких данных лаборатория не выдает, надо, мол, посмотреть и разобраться». Расходимся по домам довольные, что первый эксперимент по мишени, в общем-то, удачный, получены результаты, которые дают пищу для дальнейшей работы.

Проявились и побочные факторы этого эксперимента: повреждено зеркало обратным излучением, прогорела сетка телекамеры за счет рассеянного от мишени излучения, один участник вывихнул челюсть при неумеренной зевоте.

Есть нейтроны!

*Любовь — это хорошая вещь,
а золотой браслет остается навсегда.*
Пословица

Наступил момент написать о том, ради чего руководитель всех этих работ С. Б. Кормер, создатели систем и исследователи тратили физиче-



С чешскими коллегами на установке «Искра-4» (1992 г.) Н. Безнасюк, К. Роглена, С. Сухарев, О. Стирауд, Л. Ласка, В. Муругов, И. Воронич, С. Бельков, А. Рядов, А. Бессараб, А. Зарецкий, С. Гаранин

ские усилия, нервы. 25 марта 1981 г. исполнился год нашему первому эксперименту по мишени. За это время наряду с исследованиями по облучению мишени (тридцать полных опытов), проведено около полутора сотен малых опытов с некоторыми лазерными каскадами установки. Введены изменения фактически в каждый основной узел установки, начиная от задающего генератора и кончая мишенной камерой с разводящей оптикой. За это время «притерлась» настройка, «приработался» пульт и система синхронизации, перестали мучить пробой в высоковольтных цепях. Однако после этих слов я все-таки три раза перекрестился. Напомню, что же мы — вся кооперация, сделали на установке, чтобы подвести ее к требуемому режиму воздействия на мишень: выведены на устойчивый режим работы каскады последовательного усиления У1-У4 при работе с мишенью, достигнут необходимый контраст импульса, значительно улучшены энергетические характеристики усилителей У1 и У2, что позволило сокращать импульс в процессе усиления и получать стабильную энергию на выходе установки. Значительно улучшена точность стыковки лучей вдоль оптического тракта и особенно наведения их на мишень; заметно сокращена длительность импульса задающего генератора.

Точнее стали работать приборы диагностики. Повышена надежность электрической части установки и узлов обеспечения. «Притерлась» работа исследователей и групп обеспечения, что позволило проводить большие эксперименты с недельной цикличностью. Во всем этом есть и немалая заслуга наших конструкторов и службы главного инженера сектора В. Т. Ширнина.

К XXVI съезду КПСС на выходе установки мощность излучения была увеличена вдвое. Секторский народ докучал вопросом: «Когда мы получим нейтроны и получим ли?». «Будут», — говорили мы. Веру нашу укрепляла расчетно-теоретическая мысль Г. Г. Кочемасова и В. А. Ерошенко. В секторе были явные и неявные скептики, которые ни о чем не спрашивали, а сами с видом знатоков заявляли, что на «Искре-4» нейтронам не быть. Коснусь некоторых опытов, которые прошли накануне описываемого эксперимента. В первом из них удалось увеличить вдвое энергию, подводимую к камере в режиме короткого импульса. Ю. В. Куратов с В. И. Князевым в это время приступили к перестройке задающего генератора на другой режим вырезания импульса. Появилась возможность наряду с «пристрелкой» телескопов на качество волнового фронта провести и проверку од-

новременности облучения по четырем каналам. Отработка проводилась В. Д. Николаевым, регистрацию разновременности вел Г. П. Окутин в тесном взаимодействии с В. А. Самылиным и С. Г. Меркуловым. «Потеряно» на этом больше двух недель, но игра стоила свеч: в одном из каналов выявлена ошибка в длине пути. После исправления различие не превышало один сантиметр. Провели три эксперимента по мишени, но в них не произошло необходимого сокращения импульса. В новых условиях облучения необходим был короткий импульс, который раньше уже получали на выходе установки (<0,5 нс).

8 апреля приступили к следующему эксперименту. С утра мишень установили в камеру и провели откачку. В виду того, что диаметр мишени был 150 мкм, решили с С. А. Сухаревым, что фокусирующие зеркала нужно сдвинуть на 50 мкм. К концу дня напустили рабочую смесь в выходной каскад оконечного усилителя У4. На следующий день с 8.00 начали подключаться все участники опыта. В 9.00 провели напуск смесей в остальные усилители. В 10 часов провели проверку синхронизации и зарядку накопителей. Ю. В. Куратов, набивший уже не одну шишку на задающем генераторе, решил все-таки проверить вырезание импульса и, как оказалось, не напрасно. Обсудил, как обычно, положение дел с Г. А. Кирилловым, ввел коррективы и получил хорошее вырезание. Перед 12 часами предупреждаю всех, что после обеда вступает в силу двухчасовая готовность. В 13.00 стыкуют лучи ангара и «сотки». В ангаре убеждаюсь, что дела по юстировке каналов и камеры идут хорошо, по измерительным методикам тоже. В 14.00 выдаю команду часовой готовности. Вплотную начинается работа в «сотке»: Н. Н. Рукавишников по команде из ангара устанавливает согласующую оптику, узлы развязок. За 30 минут до опыта идет «тренировка» разрядников. В. И. Кривицкий с С. И. Петровым проверяют каналы регистрации лазерных импульсов. Проводим стыковку лучей между каскадами. Луч от задающего генератора слаб до невозможности, но глаз и опыт делают свое дело, как оказалось потом, точно. В ангаре не готова только регистрация у Ф. М. Абзаева. Традицию решили не нарушать: если камера и методики А. В. Сеника готовы к излучению, то проводим опыт. «Будешь ловить мелочь, упустишь момент, потеряешь все». Следует команда: «Зарядить пленки». В 15.30 все готовы, приступаем к программе опыта, все идет нормально — следует пуск. В «сотке» все работало, энергетика в основном хорошая. Самы-

лин сообщает, что на выходе установки получен стандартный килоджоуль. Спрашиваю у Сеника, как у него с регистрацией? Болеельщики, которые всегда появляются на момент пуска, кричат ему: «Сеники есть?». Леша отвечает, что по параметрам опыт, по-видимому, на уровне лучших. Ждем проявления пленок. Что-то не укладывается в сознании, что опыт рядовой: импульс, похоже, короткий, попадание хорошее. Пленки смотрим, вынимая прямо из закрепителя: импульс на выходе действительно короткий, контраст высокий. Начали раскручивать из бачка пленку регистрации нейтронов — есть несколько десятков импульсов! Сеник сразу: «Тсс, молчать, будем разбираться». Чуть позже приходит Куратов и сообщает, что импульс вырезания у него сдвинулся на передний фронт. «Ну и хорошо, Юра, нам просто повезло», — тут же говорю ему по секрету, что нейтроны получили.

А по сектору уже пошел слух, начали звонить. Для успокоения пошли и проверили в ангаре возможные наводки на измерительные приборы. Леша, который почти бросил курить, начал от волнения смолить одну сигарету за другой. Я сам испытывал возбуждение, несравнимое с прежними. Решили, что хотя и идет НТС, позвонить тому, кто больше всех, пожалуй, ждал их, кто больше всех «давил» на нас, не воспринимая особо прочие успехи — Самуилу Борисовичу. Выслушал, по-видимому, с опаской — «не надули ли в очередной раз?». Остались подбивать «бабки» впятером: Сенник, Петров, Окутин, Рукавишников и я. Леша просчитал все столбиком, не доверяя машинке. Позвонили еще раз Кормеру, сообщили результат, он поздравил — условно!

Ну что ж, эксперимент и настройку располагают. Решили, что не будем обременять жен ужином — откушали в «Рябинушке». Поражающие факторы этого эксперимента, если и проявились у нас, то уже дома. Подводя итог отмечу, что был получен новый результат, важный для всей нашей дальнейшей работы.

Экземпляры стенгазеты с публикацией, что получены первые в СССР термоядерные нейтроны (2×10^5 нейтронов) Самуил Борисович с нескрываемой радостью показывал руководству института, в парткоме ВНИИЭФ, возил в министерство.

ЗАРЕЦКИЙ Алексей Иванович —
начальник лаборатории ИЛФИ РФЯЦ-ВНИИЭФ,
кандидат физико-математических наук,
лауреат Государственной премии