

# Мощные лазеры на неодимовом стекле

## Как и для чего сосновоборские ученые создали лазер мощнее атомной станции



□ Людмила Цупко

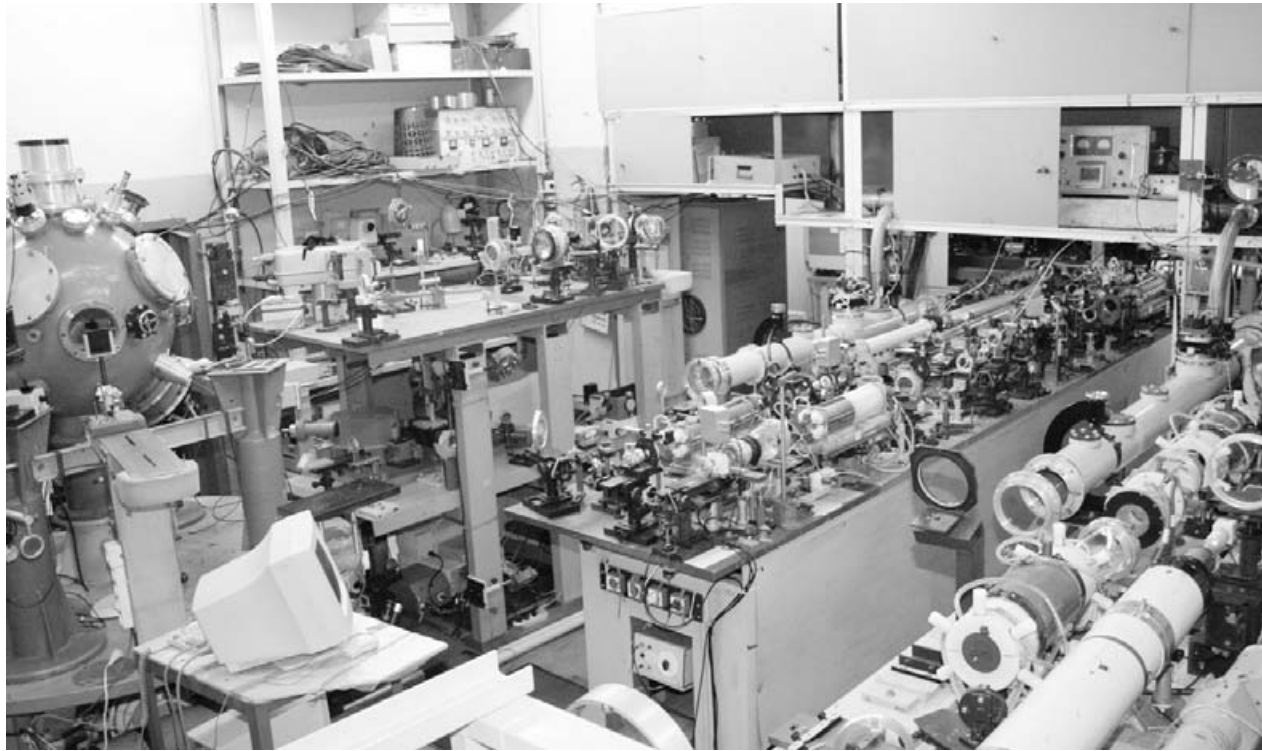
«Маяк» продолжает серию публикаций в честь 50-летнего юбилея НИИ ОЭП. В этом материале рассказываем об огромной работе, которой ученые института занимались на протяжении многих лет и которую продолжают и сейчас — о создании твердотельных лазеров огромной мощности.

### Вначале

Первые исследования, связанные с лазерами, различного класса и назначения начались в НИИ ОЭП еще в 1970-х годах под руководством известного учёного ГОИ им. С. И. Вавилова — Артура Афанасьевича Мака. В начале 60-х годов, примерно в одно время, советскими и американскими учеными было предложено использовать лазерное излучение для реализации термоядерного синтеза при облучении специальных мишеней. ГОИ им. С. И. Вавилова и, тогда ещё молодой коллектив лаборатории твердотельных лазеров НИИ ОЭП, возглавляемый Борисом Михайловичем Седовым, уже в 1974 году приступил к работе над созданием прототипа такого лазера.

В 1976 г. была создана первая очередь шестиканальной лазерной установки «Прогресс» с килоджоульным уровнем энергии излучения для проведения исследований по нагреву и сжатию специальных оболочечных мишеней до термоядерных температур. Значимость этого события характеризуется хотя бы таким фактором, что комиссии по приёму работы из выдающихся специалистов страны возглавлял лауреат Нобелевской премии, академик Басов Н. Г.

Как рассказывает руководитель лаборатории Александр Ваникович Чарухчев, создание такого лазера было только одной частью работы. Необходимо было разработать диагностическое оборудование для лазер-плазменных исследований с регистрацией всех стадий процесса воздействия. Мишень — это микроскопическая стеклянная сфера, наполненная дейтериево-третиевым топливом, размещенная в центре камеры взаимодействия. Под воздействи-



Общий вид 30 тераваттного пикосекундного лазера «Прогресс-П»



**Руководитель лаборатории мощных твердотельных лазеров Александр Ваникович Чарухчев**

ем лазерного излучения с интенсивностью 1015 Вт/см<sup>2</sup> оболочка, испаряясь, сжимает топливо в центр мишени, разогревая его до температур, при которых происходит синтез ядер топлива.

Смысл этих исследований очевиден: во время термоядерного синтеза высвобождается огромное количество энергии, в том числе в виде потока нейтронов, что в принципе могло бы стать основой для электростанций будущего. Не меньший интерес представляет и то, что с тех пор как были запрещены испытания термоядерного оружия, процессы, которые происходят при т/я взрывах, можно моделировать на мощных лазерах.

Институт является перспективным местом для строительства подобных больших установок. К тому же здесь было создано опытное производство для изготовления самых сложных оптических и механических изделий, набран молодой амбициозный персонал, готовый решать самые сложные задачи и развивать свой научный потенциал,

### Первая большая мощность

В 90-е годы, когда часть ученых страны, обладавших специальными знаниями и опытом, ушли — кто в бизнес, а кто и за рубеж, создалась ситуация, когда чувствительные технологии могли попасть в страны с непредсказуемыми внешнеполитическими амбициями. Поэтому международный консорциум создал в Москве и в столицах ряда других бывших советских республик Научно-технические центры для поддержания ученых. Первый руководитель такого центра в Москве, наш коллега из Снежинска — Крюченков Владимир Борисович, предложил принять участие в конкурсе на получение гранта по лазер-плазменной тематике. Нам удалось выиграть конкурс совместно с РФЯЦ ВНИИТФ и ГОИ им. С. И. Вавилова.

— Нам дали миллион долларов на три организации — 330 тысяч долларов на каждую. Тогда это было, примерно, как сейчас миллиард, — добавляет Владимир Михайлович Комаров, который трудится в лаборатории с 1975 года. А главное, появилась интересная работа, которая позволила реализовать свои знания и опыт и быть уверенным в завтрашнем дне.

Суть работы заключалась в создании нового, ещё более мощного лазера, для исследовании состояния вещества

в экстремальных условиях.

Насколько мощным может быть лазер, чтобы реализовать эти условия? Александр Ваникович называет цифры — мощность установки, которую можно было создать в то время, составила — 30 тераватт. Это в тысячи раз мощнее, чем ЛАЭС. Но при этом длительность импульса — всего 1 пикосекунда, или одна триллионная секунды.

В итоге, впервые в стране, в середине 90-х годов, был создан лазер «Прогресс-П», который на протяжении 8 лет оставался самым мощным твердотельным лазером в России. В основу нашего лазера и его схемного решения лег метод формирования ультракоротких лазерных импульсов, входящий в цикл исследований, за которые в 2018 г. Жерар Муру и Донна Стрикланд получили Нобелевскую премию по физике.

Суть метода можно описать следующим образом. Слабый ультракороткий лазерный импульс пропускается через оптический элемент — стретчер, который на несколько порядков растягивает его во времени. В результате пиковая интенсивность лазерного импульса падает настолько, что он проходит через усилительный тракт без разрушения его оптических элементов. Затем усиленный импульс пропускается через оптический элемент — компрессор, сжимающий его во времени практически до его исходной ультракороткой длительности. В нашем случае этот метод позволил увеличить лазерную интенсив-

ность на мишени на 4 порядка, до 10<sup>19</sup> Вт/см<sup>2</sup>.

Это позволило нам в течение нескольких лет проводить совместные исследования как с российскими коллегами из РФЯЦ ВНИИЭФ г. Саров и РФЯЦ ВНИИТФ г. Снежинск, так и с китайскими учеными из Китайской Академии инженерной физики.

### О сегодняшнем

Лазерная установка «Прогресс-П» к середине 2000-х годов перестала быть самой мощной в стране. Уже созданы установки с большей — петаваттной мощностью излучения.

Сейчас самыми впечатляющими характеристиками обладают 192-канальные лазерные комплексы, которые функционируют в США и Франции. Это установки огромных размеров — их длина составляет сотни метров, с уровнем энергии излучения в несколько мегаджоулей. Не так давно подобный проект начали реализовывать и в России, в г. Саров. НИИ ОЭП принимает в этом непосредственное участие.

В лаборатории сейчас работает коллектив высококлассных сотрудников, которые, благодаря своим знаниям и многолетнему опыту, участвуют в разработке и создании уникальной лазерной элементной базы и оборудования для юстировки — настройки этого лазера. Юстировка необходима для того, чтобы излучение, многократно прошедшее по усилительному тракту каждого канала, было точно сконцентрировано в определенных точках на мишени. Изготовление такого оборудования для автоматизированного управления каждого из 192 каналов, составляющих эту огромную установку, рассчитано на небольшой промежуток времени.

Сотрудники лаборатории участвуют также в создании комплекса оборудования для прецизионной сборки и высокоточной паспортизации микромишеней.

Запуск лазерной установки в г. Сарове запланирован в ближайшее десятилетие. НИИ ОЭП планирует продолжить сотрудничество с коллегами из РФЯЦ ВНИИЭФ. Александр Ваникович считает, что эта работа позволит и дальше развивать лазерную тематику в институте.

Фото: Людмила Цупко