

УДК: 621.373.826; 616.1-616.2

ЧЕЛОВЕК БЕЗГРАНИЧНОГО ПОИСКА. 105 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЛАУРЕАТА НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ ФИЗИКА АЛЕКСАНДРА ПРОХОРОВА

В. В. АполлоновИнститут общей физики
им. А. М. Прохорова РАН

Редколлегия журнала предлагает вниманию читателей «Вестника РАЕН» 2021, Т. 21, №4 и 2022, Т. 22, №1 опубликованные в Общероссийской еженедельной газете «Военно-промышленный курьер». 2021. № 34 (897). С. 10 и 2021. №36 (899). С. 11 написанные акад. РАЕН и АВН В. В. Аполлоновым – учеником двух выдающихся ученых Нобелевских лауреатов Н. Г. Басова и А. М. Прохорова. В период с 1967 г. по 2002 г. В. В. Аполлонову посчастливилось учиться и работать, находясь в тесном контакте с этими титанами научного знания сначала в качестве дипломника МИФИ, а потом и в качестве научного сотрудника ФИАН и позже ИОФ РАН. Целью написания публикуемых статей являлось сохранение в истории науки личных воспоминаний о ярких моментах из жизни этого великого тандема ученых, их взаимоотношений и их совместного влияния на мировую науку и мировой научно-технический прогресс. Суть научного прорыва, который совершили Н. Г. Басов и А. М. Прохоров и который в итоге привел, в полном соответствии с вердиктом Нобелевского комитета, к созданию лазера подробно описано во многих источниках. Моя задача добавить своих красок для дополнения образов этих великих людей мира – Николая Геннадиевича Басова и Александра Михайловича Прохорова.

Ключевые слова: *Нобелевский лауреат, высокоэнергетический лазер, волоконный лазер, дисковый лазер, микроволновой генератор, мазер, высокомоощная оптика, импульсно-периодический лазер, высокомоощный молекулярный лазер.*

Мне выпало великое счастье работать с выдающимся российским физиком Александром Михайловичем Прохоровым более 30 лет, и я никогда не переставал удивляться проявлениям его гениальности, всякий раз открывая новые грани многочисленных талантов учителя.

Что прежде всего вспоминается, когда его уже почти 20 лет нет с нами и острые эмоции расставания давно улеглись? Невероятно развитое чувство интуиции, поразительная по своей скорости способность находить верные решения, обостренное чувство нового,

**UNLIMITED SEARCH MAN.
105 YEARS FROM BIRTH OF THE
NOBEL PRIZE LAUREATE PHYSICIST
ALEXANDER PROKHOROV**

V. V. APOLLONOVINSTITUTE OF GENERAL PHYSICS
THEM. A. M. PROKHOROV RAS

The articles offered to the reader are written by akad. RAEN and AVN by Viktor V. Apollonov-a student of two outstanding scientists, Nobel laureates N. G. Basov and A. M. Prokhorov. In the period from 1967 to 2002, V. V. Apollonov was lucky enough to study and work, being in close contact with these titans of scientific knowledge, first as a graduate student of MPhI and then as a research associate of FIAN and later IOF RAS. The purpose of writing the presented articles was to preserve in the history of science personal memories of bright moments from the life of this great tandem of scientists, their relationships and their joint influence on world science and world scientific and technological progress. The essence of the scientific breakthrough that N. G. Basov and A. M. Prokhorov made and which eventually led, in full accordance with the verdict of the Nobel Committee, to the creation of a laser is described in detail in many sources. My task is to add my own colors to complement the images of these great people of the world – Nikolai Gennadiyevich Basov and Alexander Mikhailovich Prokhorov.

KEYWORDS: *Nobel prize winner, high energy laser, fiber laser, disk laser, microwave generator, maser, high power optics, pulse-periodic laser, high power molecular laser.*

DOI: 10.52531/1682-1696-2021-21-4-109-113

принципиально значимого для прыжка в будущее, человечность. Но чувство переднего края науки, тенденций ее развития были, пожалуй, главными в характере этого феноменального ученого.

ВОСПИТАТЕЛЬ ТАЛАНТОВ

Физическому институту АН СССР на стадии становления повезло с лидером. Состояние высшего напряжения в поиске единственно верных на тот момент решений опытной рукой дирижера сменялось на веселье от удачной шутки, остроты, анекдота на на-

учном семинаре. Шеф ценил остроумные анекдоты и умело пользовался ключевыми фразами к месту. Если за время семинара ты не узнавал важного, разящего наповал, это значило, что ты просто чего-то не понял, что ты не в форме. Громкий смех из кабинета, время от времени слышимый даже в отдаленных частях коридора, подтверждал: все в порядке, продолжаем двигаться вперед, живем.

Способность найти решение даже в безумно трудной ситуации, когда его, и это очевидно, нет и взять негде – это тоже его школа. Здесь важно, прежде всего, думать о деле, а не о себе, не бояться сделать ошибку. Ошибку можно исправить, а потерянное время не вернуть никогда. Хорошим примером является целостный по содержанию букет решений времен начала перестройки. Вот одно из них: в самый трудный момент, когда науку только что выбросили за борт, нужно было быстро осмыслить фразу «можно все, что не запрещено законом». Решение было простым и эффективным: дать свободу отделам и лабораториям, вести внешнеэкономическую деятельность на контрактной основе и грантах. И это тогда, когда ни бухгалтерия, ни плановый отдел просто не имели специалистов для перелопачивания груды бумаг на всевозможных импортных языках. Ученые с мировыми именами, а в Институте их было несколько десятков, которые объехали мир и хорошо понимали, как устроен «загнивающий» с его преимущественно контрактной формой финансирования науки, быстро освоились и обеспечили плавный переход на новые формы работы. Это теперь, когда уже все и все понимают и дают советы другим, многое кажется тривиальным. А тогда нужно было угадать эффективный выход из создавшегося положения и принять решение, которое в то время дало весьма значимый результат в плане выживания науки.

Академик Прохоров был выдающимся воспитателем молодых и не очень молодых талантов. Воспитывала в частности демократичность подхода во всем и справедливость принимаемых Учителем решений. Любой сотрудник мог рассчитывать на то, что его выслушают и при необходимости поддержат. Даже сыну Кириллу, который и сейчас работает в ИОФАН, часто доставалось – родственные связи, прошлые регалии в расчет не принимались, каждый день нужно было доказывать свою правоту.

Всегда в споре кто-то бывал не прав, но это не повод для навешивания ярлыка, завтра будет наоборот – надо работать и все будет в порядке. Обычный вопрос: «Что нового?» – и тут же с улыбкой ответ за собеседника – «Ничего!». Это была обычная форма диалога, полезная для начала разговора на следующий день – вчера вечером разошлись, а сегодня утром могут и должны быть научные новости. Здесь же занимаются наукой, а это процесс непрерывный. В нашей жизни мы много времени проводим в лаборатории, часто упуская житейские мелочи, из которых состоит

В. В. АПОЛЛОНОВ
ЧЕЛОВЕК БЕЗГРАНИЧНОГО ПОИСКА.
105 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЛАУРЕАТА
НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ ФИЗИКА
АЛЕКСАНДРА ПРОХОРОВА

жизнь вне института. Но бывают серьезные и очень серьезные ситуации, когда кажется, что решения нет и помощь не придет. И здесь (и это было хорошо известно в научном мире), лучшее решение – идти к Александру Михайловичу. Шли не только наши, но и из других институтов, знали – не откажет, и, если есть возможность помочь – поможет.

Простота в общении с окружающими – еще одна отличительная особенность академика Прохорова. Уважение и всегда ровный тон в общении, без подчеркивания ранга участников разговора. Будь то студент или специфически воспитанный чиновник госаппарата, не имеет значения. В его кабинете или в компании с ним все это уходило на второй и третий план. Важным являлся только уровень интеллекта – непреходящая сущность развития цивилизации. И что совсем удивительно, люди в таких условиях общения друг с другом как бы обретали новые возможности для самовыражения, ощущали прилив творческих сил, и это нравилось им самим.

Вот случай, произошедший в Японии на встрече с губернатором Токио Метрополис господином Шикайя. Мне посчастливилось быть участником и свидетелем того события. Японцы, хорошо изучившие визитеров из России, в течение нескольких минут структурировали нашу делегацию, о том, что считалось соответствующим многовековым устоям и правилам хорошего тона на их родине. Можно говорить о цветах, о природе, о здоровье. Все остальные темы для разговора могут быть истолкованы как неподобающие уровню хорошего воспитания собеседников. И нужно было видеть лица этих горе-инструкторов после нескольких минут разговора академика Прохорова и губернатора Метрополиса мистера Шикайя-сан, куда город Токио входит как малая часть. Они разговаривали так, как будто знакомы с детства и безумно довольны возможности общения друг с другом. В этой жизни тратить время на разговоры о цветах и бантиках просто означает не уважать друг друга. Видимо, эта защитная форма общения внедряется в Японии на случай визитеров из России, умеющих поговорить только лишь о льготных кредитах и разделе дивидендов, что, конечно же, чрезвычайно актуально и сегодня.

ОБ ИНТУИЦИИ УЧЕНОГО

Александр Михайлович Прохоров был физиком не только по специальности, а, как говорят, по сути, и привычки у него были физически правильными. Вот одна из них – он любил, когда в комнате тепло, ну очень тепло, просто Сахара. «А зачем греть комнату своим теплом? У нас какая в среднем температура у нормального человека? 36,6? Вот, пожалуйста!». Высидеть долго в его кабинете было не так-то просто, нагреватели стояли непосредственно за спиной посетителя и довольно близко к этой самой спине. Для кого термодинамическое равновесие, а для кого тепловое экра-

нирование начальника. Трудно переоценить значение лазера в решении проблем медицины и биологии. Еще на заре лазерной революции, когда ажиотаж военных применений перекрывал все возможные пределы, академик Прохоров начал внедрять в сознание сотрудников Института и разных начальников идеи об эффективном использовании лазерных методов лечения больных и о применении лазеров в биологических исследованиях.

Лазер может применяться и активно применяется в решении военных задач и это давно не секрет. Он режет, плавит, снижает механическую устойчивость конструкций, обеспечивает передачу механического импульса и обеспечивает силовой режим поражения военной техники. Именно поэтому внимание военных было обращено на перспективу использования лазеров именно в военных целях. Александр Михайлович с энтузиазмом взялся за разработку интересной и важной темы, за создание мощных лазерных систем. Бюджет Института в то время лишь на треть состоял из денег, приходивших от Академии наук СССР, большую часть нам давали промышленные предприятия. Их представители, активные и требовательные, каждый день стучали в двери Института, обеспечивая нас новыми заказами для гражданских и военных нужд. Огромная заслуга в том, что мы постоянно были загружены и не простаивали, принадлежит Прохорову. Именно он сумел наладить хорошие контакты как с промышленниками, так и с военными.

В самом начале «лазерного пути» необходимо было принять очень важное решение: начать разработку лазеров для так называемого силового поражения или же избрать второе направление – функциональное, когда из строя выводилась электроника, оптические системы и провоцировались всякого рода триггерные эффекты в элементах техники. Нужно было обладать глубокими знаниями и даром предвидения, чтобы сделать верный шаг. И Александр Михайлович, как показало время, оказался прав, утверждая, что нам следовало в то время развивать именно это направление. В 1973 г. академик Прохоров написал письмо маршалу Гречко. В нем говорилось, что силовое поражение в ближайшие 30–40 лет недостижимо, и потому необходимо развивать поражение функциональное. К сожалению, к мнению маститого ученого тогда не прислушались – за этим решением не стояли быстрые финансовые выгоды, нужно было кропотливо работать при гораздо меньшем финансировании. Александр Михайлович очень долго и настойчиво доказывал свою правоту, и, если говорить о сегодняшнем дне, то на 90 процентов современное лазерное оружие – исключительно функциональное. А силовое так и не вышло на уровни мегаваттной средней мощности, требуемые для решения стратегических задач.

Мне повезло работать с Александром Михайловичем над очень серьезными проблемами, он не бо-

ялся братья за решение самых сложных задач. Образ мыслей его был оригинальным, он умел посмотреть на проблему нестандартно. При работе с мощными лазерами возникла необходимость в эффективном способе охлаждения зеркал резонатора, которые не бывают идеальными – поглощали огромные мощности в силу не стопроцентного коэффициента отражения. Эффект, с которым мы впервые столкнулись по мере нарастания выходной мощности лазеров, показал, что дальнейшее увеличение выходной мощности прибора невозможно, поскольку зеркала в месте падения пучка лазерного излучения локально нагревались и локально же деформировались. То есть луч отражался не от ровной поверхности, а от горба на ней. Из-за искажений в резонаторе общая мощность лазера падала, а расходимость луча увеличивалась. В этой ситуации ни о каком ЛО с дальностью поражения в сотни километров и речи быть не могло. Именно эта, обнаруженная в наших экспериментах, проблема и стала темой моей кандидатской диссертации. Так я попал под пристальное внимание академика, отвечавшего за исследования физических процессов при создании ЛО. 1970-ый год стал годом рождения новой дисциплины – силовой оптики. Александр Михайлович, а он был моим научным руководителем, каждый день интересовался ходом исследований и давал очень ценные советы. Мы последовательно проанализировали широкий спектр диэлектрических твердых материалов, поскольку полировка металлов в оптической мастерской рядом с дорогостоящими кристаллами представлялась большим заблуждением. Именно тогда выбор пал на карбид кремния. Сегодня этот материал стал практически основным для создания сверхстабильных оптических телескопов и других оптических приборов. Но и карбид кремния не решил проблему оптической стабильности зеркал, улучшил в сравнении с кварцем и ситаллом, но не решил. Перспектива перехода на высокотеплопроводные, но твердые металлы также не выводила нас на решение проблемы мегаваттных лазеров, о которых уже говорили политики и журналисты.

Надо было делать следующий шаг, просто выбором материала вопрос стабильных лазерных зеркал решить не получалось. Нужно было привлекать очень эффективное охлаждение. И здесь опять мы столкнулись с большим противоречием: огромные потоки тепла с поверхности зеркала с помощью теплоносителя в известных в то время физико-технических моделях можно было отводить только при высокой температуре. При этом, система грубых каналов охлаждения не совместима со сверхточной поверхностью зеркала, детали которой измеряются в нанометрах. В результате исследований, а они должны были быть очень быстрыми и эффективными, стало многое понятно в проблеме силовой оптики высокоэнергетического ЛО. В силовой оптике эти каналы должны были быть

очень тонкими, а воды должно было быть много, и ее температура не могла превышать нескольких десятков градусов. Но жидкость не может продавливаться в большом количестве через тонкие каналы при низком давлении, кроме того, при повышении величины потока возникали вибрации, искажавшие поверхность. Александр Михайлович поддержал мою идею о возможном подобию системы охлаждения зеркала кровеносной системы человека, в которой последовательно от крупной магистрали кровотока ответвляются сотни более мелких, еще более мелких и т.д. капилляров, чтобы потом вновь собраться в единый макроканал. И все это должно произойти в зеркале на масштабе нескольких миллиметров в глубину зеркала. Пятнадцатилетние испытания физической модели зеркала высокоэнергетического лазера, разработки конструктивных моделей и технологий увенчались успехом, конечная цель была реализована. Наш коллектив в 1982 г. за цикл работ в сфере силовой оптики был отмечен Государственной премией СССР.

Над проблемой охлаждения резонатора американцы работали параллельно с нами. В результате они решили ее примерно так же. Когда в 90-ые годы началось братание со Штатами, я получил приглашение посетить фирмы, которые как раз в то время занимались силовой оптикой и убедился, что достигнутые параметры зеркал оказались очень близкими, похожи были и конструктивные особенности этих зеркал. До настоящего времени эта технология не продается на международном рынке, потому что любая страна сможет тут же выйти на уровни мегаваттных мощностей, а это значит, получит доступ к созданию лазерного оружия. Продаются зеркала, пригодные только для технологических лазеров, это зеркала для небольшого уровня мощностей в сравнении с мощностями военных комплексов ЛО.

ЕЩЕ МОЩНЕЕ...

Моему научному коллективу посчастливилось решать под руководством Александра Михайловича задачу создания сверхмощного импульсного СО₂-лазера. Этой проблемой изначально занималось НПО «Астрофизика». Требовалось создать комплекс ПВО на основе мощного импульсного лазера с энергией в импульсе порядка 30 кДж. К сожалению, решение этой проблемы оказалось не по зубам первым разработчикам. Им не удалось решить задачу накачки активной среды мощными электронными пучками в режиме несамостоятельного разряда.

Александр Михайлович предложил Министерству оборонной промышленности передать работу в наш коллектив и применить развитые нами методы накачки. Предложение приняли. Здесь тоже проявилось чутье Александра Михайловича, он быстро понял, что наш метод является масштабируемым и пригодным для больших апертур, а значит – для при-

В. В. АПОЛЛОНОВ
ЧЕЛОВЕК БЕЗГРАНИЧНОГО ПОИСКА.
105 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЛАУРЕАТА
НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ ФИЗИКА
АЛЕКСАНДРА ПРОХОРОВА

менения в практике. В 1983 г. американцы объявили о начале долгосрочной программы СОИ, и о проведении в Лас-Вегасе международного симпозиума для обсуждения этой программы. В качестве участников пригласили академиков Прохорова и Басова. Это был сложный политический момент – их присутствие на мероприятии придавало бы гораздо большей значимости программе США. И в Оборонном отделе ЦК КПСС, где тогда решали подобные вопросы, было предложено «не ехать». Но поскольку понять, что происходит, хотелось, решили послать двух молодых ученых. В лаборатории раздался звонок, мне сказали, чтобы я через час был на Старой площади.

На следующий день мы улетели в США. Коллега был в полном восторге от целей и задач американской программы, он понимал, что если развернуть такую программу в СССР, то в науку пойдут очень большие деньги, пойдут заказы из оборонной промышленности, и потому положительно оценивал все то, что происходило в США. Моя оценка была негативной. Когда я пришел со своим докладом к Александру Михайловичу, он откровенно сказал: «Ну и дурак. Хотя и прав. Тебя не поймут, окажешься изгосем». И действительно, доклад коллеги признали положительным, началась известно чем закончившаяся гонка лазерных вооружений, а мой отчет положили под сукно.

К слову, перед поездкой в Лас-Вегас я только вернулся из полугодовой стажировки в Канаде. Тогда такой выезд был равносильным чуду, большинство молодых ученых не могло об этом даже и мечтать. Александр Михайлович, как и второй Нобелевский лауреат Николай Геннадиевич Басов много сил тратили на то, чтобы отправлять на Запад для стажировки своих сотрудников после защиты кандидатской диссертации. Вызывая к себе, Александр Михайлович любил начать беседу о стажировке шуткой: «Скажите, а как Вы относитесь к хорошей колбасе и баварским сосискам?» Выезды за рубеж давали колоссальную возможность сопоставить свои достижения с тем, что сделано в мире, плотнее интегрироваться в мировую научную среду, а также эффективно выучить язык. А когда началась перестройка и для науки настали нелегкие времена, именно те люди, которые хорошо владели «языком» и обладали связями за рубежом, начали находить международные контракты... У нас в Институте было несколько десятков таких ученых, именно они «питали» ИОФАН в трудные времена, у нас образовалось несколько десятков акционерных обществ.

Александру Михайловичу хватило мудрости отпустить бюрократические вожжи, позволить ученым свободно работать. А может быть, он все это просто предвидел?

«НАШ КАЛИБР»

Демократичность характера Александра Михайловича проявилась уже при первом нашем знакомстве. В

1970 г. я заканчивал МИФИ, писал диплом на кафедре вице-президента Академии наук Михаила Дмитриевича Миллионщикова. Задача была очень интересная: я пытался с помощью мощного импульсного твердотельного лазера получать многозарядные ионы очень высокой зарядности. Надо отдать здесь должное главному технологу Лотарингского завода оптического стекла Игорю Михайловичу Бужинскому, который обеспечил меня только-только вышедшими из производства новыми активными стержнями из стекла с ионами неодима. В стране именно он явился разработчиком этого материала и обеспечил успех многих научных разработок. Но начав эти интереснейшие работы и рассчитывая на продолжение, я по определенным причинам (на результаты исследований и место в аспирантуре претендовал сын высокопоставленного чиновника) не смог остаться в МИФИ. По логике событий, после защиты диплома я должен был идти в лабораторию к академику Басову. Он у нас читал лекции, вел семинары, очень много преподавателей в институте было из его научного коллектива. Но разговоры с академиком Миллионщиковым и сотрудниками кафедры подталкивали меня к тому, чтобы уйти к другому Нобелевскому лауреату, Александру Михайловичу Прохорову. Я сильно смущался: «Как же я пойду, нет даже малейшего опыта общения с ним, зачем я ему?». Наконец, решился позвонить. Александр Михайлович внимательно выслушал, расспросил о тематике работы и пригласил для беседы в советскую Мекку лазерной физики того времени – ФИАН. Мы говорили о результатах моей дипломной работы, связанной с использованием мощных лазеров для генерации многозарядных ионов из лазерной плазмы. В первой самостоятельной научной работе были впервые получены ионы тяжелых металлов с зарядностью до +30. Но в этом случае, сказал он, мы получим простой и эффективный источник многозарядных ионов. И если раньше на ускорителях разгоняли до высоких энергий протоны, то при работе с многозарядными ионами сразу во много раз могла бы возрасти энергия ускоренной частицы. Это позволило бы сделать важный шаг в получении релятивистских пучков тяжелых ионов. Первые эксперименты в этом направлении были проведены в Дубне совместно с академиком Флеровым. Сегодня известно об аналогичных экспериментах с накопителями многозарядных ионов в ЦЕРНе.

Осмотрев меня со всех сторон, он изрек: «Наш калибр». Дело в том, что я с детства был высокого роста и всегда стеснялся этого. Многие сотрудники Лаборатории колебаний ФИАН были ростом под два метра, как и Александр Михайлович. Этот факт был предметом многих шуток и даже анекдотов...

О МЕСТЕ В ИСТОРИИ

Нобелевская премия – общепризнанный индикатор выдающихся способностей личности. Но и здесь

«не все йогурты одинаково полезны». Среди нескольких сотен нобелевских лауреатов есть гении, получившие премии за революционное преобразование. Нобелевская премия Александра Михайловича Прохорова и Николая Геннадиевича Басова за лазерные и мазерные принципы генерации и усиления электромагнитного излучения с использованием эффекта стимулированной эмиссии в квантовых переходах атомных и молекулярных систем – одна из них. Сегодня уже невозможно представить нашу жизнь без лазеров в самом широком спектре их применений.

Аполлонов Виктор Викторович, профессор, заведующий отделом Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН

☎ 119991, г. Москва, ул. Вавилова, д. 38,
119991, Moscow, st. Vavilova, 38,
тел.: +7 (985) 920-73-66, e-mail: vapollo@kapella.gpi.ru