

УДК 621.373.826; 616.1-616.2

DOI: 10.52531/1682-1696-2022-22-1-99-103

Персоналия

Н.Г. БАСОВ — ГЕНИЙ РЯДОМ С НАМИ!

В.В. АПОЛЛОНОВ

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РАН

Предлагаемая читателю статья написана д. чл. 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 публикуемой статьи 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, полупроводниковый лазер, лазерный синтез, усиленная спонтанная эмиссия.*

Николай Басов родился 14 декабря 1922 г. в деревне Усмань Тамбовской губернии и, пожалуй, это единственный лауреат Нобелевской премии, который родился на территории государства под названием «Российская Советская Федеративная Социалистическая Республика». Через 16 дней после его рождения к РСФСР присоединятся Украинская и Белорусская ССР, а также Закавказская СФСР и был создан великий Союз Советских Социалистических Республик. Через пять лет семья профессора Воронежского лесного института, специалиста по влиянию лесопосадок на подземные воды и поверхностный дренаж Геннадия Федоровича Басова и его супруги, Зинаиды Андреевны Молчановой, окончательно переехала в Воронеж. Надо сказать, что путь от начала высшего образования до научного прорыва, принесшего

Original article

GENIUS NEXT TO US

V.V. APOLLONOV

INSTITUTE OF GENERAL PHYSICS
THEM. A.M. PROKHOROV RAS

The articles offered to the reader are written by akad. RAEN and AVN by V.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.

KEY WORDS: *Nobel prize winner, high energy lasers, fiber laser, disk laser, microwave generator, maser, semiconductor laser, laser fusion, amplified spontaneous emission.*

Нобелевскую премию, у Николая Геннадиевича была исключительно быстрым, самым быстрым для советского физика. Правда, с самым высшим образованием пришлось повременить: когда Николаю исполнилось 19, началась Великая Отечественная война. Именно в Куйбышевской медицинской академии он прошел подготовку как ассистент врача и с 1943 года отправился на Первый Украинский фронт, дойдя с ним до Праги. Удивительно – оба советских создателя лазера прошли самую жестокую войну и, тем не менее, уцелели!

Сразу после окончания войны Николай Басов поступил в МИФИ и, начиная с третьего курса, стал работать лаборантом в ФИАН. Вся дальнейшая научная жизнь Н. Басова была тесно переплетена с жизнью А.М. Прохорова и данная статья эту непрерывную связь невольно отражает. Когда в лабораторию А.М. Прохорова пришел дипломник Н. Басов, заведующий лабораторией убедил директора ФИАН вве-

сти для начинающего ученого в лаборатории еще одну штатную единицу, а за это обещал предоставить свой синхротрон для исследований по другому научному направлению, важному для института. В ФИАН тогда говорили, что А.М. Прохоров обменял синхротрон на какого-то студента, а сам Александр Михайлович шутил, что Н.Г. Басов достался ему чрезвычайно дорого. Вот в таких условиях началась творческая жизнь выдающегося ученого! Собственно говоря, в кандидатской диссертации, защищенной в 1953 г., и в последующей докторской, защищенной в 1956-м, содержались наброски того, за что потом он и его научный руководитель были удостоены Нобелевской премии.

В 1955 г. А.М. Прохоров и Н.Г. Басов опубликовали научное сообщение о «трехуровневом методе». Надо отметить, что над аналогичной идеей работал американский физик Ч.Х. Таунс из Колумбийского университета. Это он назвал свое творение мазером. А.М. Прохоров и Н.Г. Басов называли его молекулярным генератором, исходя из его физической сути. Физический принцип работы этого устройства можно объяснить, исходя из теории А. Эйнштейна, сформулированной еще в 1917 г. Результатом его исследования, в частности, стало уравнение, которое описывало поглощение и испускание излучения молекулами. Однако довольно долго изучение этих процессов было лишь важной частью теоретической физики. Н.Г. Басов и А.М. Прохоров перевели это теоретически предсказанное излучение в практическую плоскость. Они не только смогли усилить это излучение, но и на его основе создали молекулярный генератор – мазер. Им удалось добиться увеличения количества возбужденных молекул с помощью электрического поля квадрупольного конденсатора. Мазер генерировал излучения с поразительно узкой линией в сантиметровой области длин волн.

В 1960 г. физик из компании «Хьюз Эйркрафт» (США) сконструировал прибор, излучающий уже в оптическом диапазоне длин волн и в основе которого также лежала идея инверсной населенности уровней. Прибор Т.Х. Меймена очень быстро приобрел широкое распространение. Название этому прибору было уже predetermined – Лазер! В 1964 г. Н.Г. Басов, А.М. Прохоров и Ч.Х. Таунс были удостоены Нобелевской премии. Однако на этом лауреаты не остановились. Они продолжили разрабатывать лазеры и лазерные технологии различных типов и направлений. Следует сказать, что Н.Г. Басов, как и его учитель, занимался не только научной деятельностью. Он также был редактором нескольких журналов: «Наука», «Квант», «Квантовая электроника», «Природа». Он был членом многих академий наук в различных странах земного шара. Научная работа двух фронтовиков – учителя и ученика – привела к гениальному открытию, которое, и в этом нет никаких сомнений, является одним из самых важных в XX веке, Формулировка Нобелевского комитета гласит следующее: «За фунда-

ментальные работы в области квантовой электроники, которые привели к созданию генераторов и усилителей на лазерно-мазерном принципе (for fundamental work in the field of quantum electronics, which has led to the construction of oscillators and amplifiers based on the maser-laser principle)».

Суть того 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 образа этого великого человека – Николая Геннадисовича Басова. В предыдущей статье («Военно-промышленный курьер». 2021. № 34 (897). С. 10) я подробно рассказал о своих воспоминаниях об Александре Михайловиче Прохорове.

В начале Нобелевской лекции Н.Г. Басов позволил себе пофилософствовать на тему о роли теории и эксперимента, разделив всех физиков на две группы. В современной физике, как это, возможно, было и раньше, существуют два различных течения. Одна группа физиков видит свою цель в познании новых закономерностей и в разрешении существующих противоречий. Выходом своей работы они считают теорию, в частности разработку математического аппарата современной физики. В качестве отхода производства появляются новые принципы построения приборов и физические приборы. Другая группа физиков, наоборот, стремится создать физические приборы, основанные на новом принципе, и направляясь к этой цели, старается обойти неизбежно встречающиеся трудности и противоречия. Различные гипотезы и теории эта группа считает отходами производства. Обе группы имеют выдающиеся достижения. Одна группа создает питательную среду для другой и поэтому они не могут жить друг без друга, хотя их взаимоотношения довольно остры. Первая группа называет вторую «изобретателями», вторая обвиняет первую в абстрактности, а иногда и бесцельности.

С первого взгляда может показаться, что речь идет о теоретиках и экспериментаторах. Но это не так: и первая и вторая группы включают в себя обе эти разновидности физиков. В настоящее время разделение на эти две группы стало настолько резким, что целые направления в науке можно отнести к первой или второй группе, хотя имеются разделы физики, где обе группы работают сообща. К первой группе физиков относится большинство исследователей, работающих в области квантовой теории поля, теории элементарных частиц, многих вопросов ядерной физики, гравитации, космогонии, по ряду вопросов физики твердого тела. Ярким примером второй группы являются физики, занятые разработкой вопросов термоядерного синтеза, квантовой и полупроводниковой электроники и смежных с ними областей.

После получения Нобелевской премии академики Н.Г. Басов и А.М. Прохоров прожили еще почти четыре десятка лет. Некоторые источники писали, что по возвращении из Стокгольма ученые, якобы, поссорились на почве доступа к военному госзаказу страны. И раздел в те годы Физического института им П.Н. Лебедева АН СССР на два отдельных института – это тоже было, как бы, следствием ухудшившихся отношений. И лазерная физика в нашей стране, якобы, стала развиваться двумя отдельными и независимыми ветвями. Но это далеко не так! Досужие домыслы и сплетни, чем грешили и грешат многие жадные до скандалов журналисты и ученые без имени. Тем не менее, благодаря этой «вражде» Россия стала мировым лидером в лазерной физике как в гражданской, так и в военной сферах деятельности. В любой активно развивающейся области знания и, это аксиома, для ее дальнейшего развития необходима конкуренция. Есть она и в науке, даже в большей степени чем где-либо. Так что, именно разумная и полезная для дела конкуренция и была воспринята окружающими за основание для пересудов. Как человек, проработавший в лазерной физике более 50 лет утверждаю, вражды не было и быть не могло между этими погруженными в науку выдающимися учеными! А вот желающих погреться у разжигаемого ими же в карьерных целях подобия костра, несколько человек было!

Н.Г. Басов тесно сотрудничал с 25-ой кафедрой МИФИ. Половина сотрудников его лаборатории работали со студентами, отбирая лучших после окончания института к себе в научные группы. Попасты на работу или в аспирантуру в ФИАН было сокровенным желанием многих студентов, проходивших учебно-исследовательскую работу на кафедре. Было это и моим желанием, которое удалось реализовать сразу после защиты диплома. Только попал я в ФИАН не в Лабораторию КРФ к Н.Г. Басову, что было бы логично, а в Лабораторию колебаний, которую в то время возглавлял другой Нобелевский лауреат А.М. Прохоров. Появляя на это М.Д. Миллионщиков, который возглавлял 10-ую кафедру МИФИ, активно сотрудничавшую с 25-ой. Дело в том, что моя дипломная работа выполнялась на этой кафедре Масс-спектрометрии, где и был собран мощный твердотельный лазер для исследования многозарядных ионов. Михаил Дмитриевич часто интересовался нашей работой и непосредственно перед выпуском из института посоветовал пойти к своему близкому товарищу. Надо сказать, что лаборатории Н.Г. Басова и А.М. Прохорова тесно сотрудничали и проводили совместные научные семинары. Шел обмен идеями, результатами и научным оборудованием. Это очень помогало в работе и в нахождении ценных советов в нужные моменты.

Лаборатории Колебаний и Квантовой радиофизики ФИАН вели много научных исследований в интересах промышленности и оборонного комплекса страны.

За счет этого реальный бюджет лабораторий увеличился многократно в сравнении с другими, жившими на чисто академические деньги. Волей судьбы мне выпало оказаться в гуще событий, связанных с созданием высокоэнергетических лазеров. Именно поэтому встречи с Н.Г. Басовым стали более частыми. Часто по поручению А.М. Прохорова приходилось принимать участие в обсуждениях научно-технических вопросов на заседаниях различных советов по разработке, созданию и применениям мощных и высокоэнергетических лазеров в промышленности и в оборонной сфере. Дело в том, что мне посчастливилось совместно с А.М. Прохоровым и А.И. Барчуковым сформулировать основы, открытой нами Силовой статической и адаптивной оптики, без которой не может работать ни один высокоэнергетический лазер.

Международные конференции и общение в кулуарах, обсуждение перспектив развития технологии лазерных диодных линеек и матриц. Мы в России были первыми, кто благодаря эффективному охлаждению, взятому из технологии силовой оптики, достигли уровня в 100 Вт с одной линейки. Именно их и не было у Н.Г. Басова и его сотрудников при создании первого дискового лазера и накачку диска пришлось проводить с помощью другого лазера с соответствующей длиной волны. Это вызывало улыбки и даже иронию у многих известных ученых ФИАН. Но в том и величие великих, что они видят гораздо дальше современников и каждым своим шагом создают будущее. Сегодня дисковый лазер является единственным кандидатом, позволяющим создание стратегических лазерных комплексов ЛО с минимальными весами и габаритами!

В 1990-х годах, которые были очень урожайными на лазерные форумы в Японии, мне посчастливилось принять участие в работе Международной конференции, посвященной современным мощным лазерам и их приложениям, проводимой Японской школой лазерной физики. Работу Международной конференции возглавили акад. Н.Г. Басов, А.М. Прохоров и Ч.Х. Таунс. А.М. Прохоров по причине большой загруженности в Академии наук не смог приехать. Ч.Х. Таунс приехал и, как всегда, был очень активен в плане вопросов докладчикам. Мне пришлось выступать с несколькими нашими с А.М. Прохоровым совместными докладами. Но также пришлось принять участие и в заседании Президиума Академии наук Японии вместе с Нобелевским лауреатом вместо моего шефа, что было для меня большой честью. Н.Г. Басов был на Форуме с женой Ксенией Тихоновной и на заседание поехал вместе с ней. И тут произошел казус с Ксенией Тихоновной, ее долго извиняясь перед звездным мужем просто не пустили на заседание. Дело в том, что вплоть до конца XX-го столетия, все действительные члены Академии были особями мужского пола, что подробно отражено в художественной литературе. Только совсем недавно в число действительных чле-

нов академии была избрана первая и единственная женщина – профессор социальной антропологии Тиэ Наканэ. Семья Басовых с уважением отнеслась к традиции Академии наук Японии и Ксения Тихоновна уехала в гостиницу, а Николай Геннадиевич, как ни в чем не бывало, с улыбкой пошел на заседание. Возможно, что этот случай тоже повлиял на ускорение перемен в гендерных пристрастиях Академии наук Японии.

Н.Г. Басов совместно с Ю.М. Поповым и Б.М. Вулом предложили идею создания различных типов полупроводниковых лазеров. В 1962 г. была выдвинута идея создания инжекционного лазера, затем были созданы лазеры, возбуждаемые электронным пучком, а в 1964 г. – полупроводниковые лазеры с оптической накачкой. Н.Г. Басов развивал исследования и по мощным газовым и химическим лазерам. В его лаборатории были созданы фторводородный, йодный лазеры и эксимерный лазер, а также сумматоры – преобразователи лазерного излучения. Ряд работ Н.Г. Басова посвящен вопросам распространения и взаимодействия мощных лазерных импульсов с веществом. Ему принадлежит идея использования лазеров для управления термоядерным синтезом (1962 г.), им же предложены методы лазерного нагрева плазмы, а также стимулирования химических реакций лазерным излучением. Н.Г. Басов с сотрудниками разработал также физические основы создания квантовых стандартов частоты, выдвинул идеи новых применений лазеров в оптоэлектронике, такие как создание оптических логических элементов, выступал инициатором многих исследований по нелинейной оптике.

Гений Н.Г. Басова причастен и к «современному» твердотельному лазеру – дисковому. Этой идее акад. Н.Г. Басова правда уже 55 лет, но именно этот принцип построения мощных лазерных комплексов оказывается сегодня и надолго в будущем доминирующим. При том же, весьма выгодном весовом факторе, что и для волоконного, сегодня этот конструктивный принцип позволяет реализацию высокоэнергетического высокочастотного И-П режима, т.к. апертура существующего дискового лазера имеет диаметр порядка 1,5 см, что значительно больше диаметра активного тела волоконного лазера. Здесь надо вспомнить давний визит немецкой делегации в Лабораторию квантовой радиофизики, которой руководил Н.Г. Басов. Не до конца понятая гостями продемонстрированная им твердотельная технология лазера на основе дисковой геометрии (патент, тем не менее, принадлежит одному из гостей – А. Гиссену, Штутгарт, Германия) привела к современному дизайну дисковых лазерных систем, не позволяющему существенное масштабирование мощности комплексов ЛО до стратегического уровня. Много позднее, во время конференции в Японии мне удалось несколько раз за завтраком и обедом поговорить с автором идеи о ее будущем. Н.Г. Басов, открывавший конференцию,

поделился со мной своим видением проблемы дисковой геометрии. Единственно перспективным, на его взгляд, подходом к созданию всей линейки твердотельных лазеров большой мощности от тактического и до стратегического уровня могла бы явиться моно модульная технология. Но для этого было необходимо найти решения двух проблем: охлаждения диска большого диаметра и подавления усиленного спонтанного шума.

В существующей ныне геометрии дискового лазера, развитой Германией, США и Японией, для увеличения средней мощности системы излучение нескольких дисков складывается в оптическую последовательность «ZIG-ZAG», значение средней мощности такого модуля сегодня уже составляет 50 кВт. Излучение модулей, как и в случае волоконных систем, может складываться в единый луч. Исходя из приведенных цифр видно, что 100 кВт лазер будет весить менее 500 кг!!! Однако следует отметить, что комплексы ЛО значительно большей средней мощности нужны для выполнения задач ВС РФ. Но от дисковой геометрии модулей мощностью даже в 75 кВт (это увеличение планируется за счет качества отражающих покрытий) до уровня мощности всей системы порядка 10 МВт дистанция гигантского размера. Сложить мощность более 100 модулей в единый луч в случае мобильного комплекса не представляется возможным. Именно идеи Н.Г. Басова работают сегодня и на путях единого диска большого диаметра возможно дальнейшее масштабирование выходной мощности такого лазера. Именно этот путь развития высокоэнергетических дисковых лазеров мы и развиваем сегодня благодаря истинному автору идеи – Н.Г. Басову.

Н.Г. Басова принял активное участие в торжествах по случаю 60 летия А.И. Барчукова, человека, который сделал невероятно сложную работу по подготовке и согласованию документов, представленных в Шведскую академию на стадии номинирования на Премию. Он в те годы был Ученым секретарем ФИАН и в его зону ответственности входило и сложное управление в то время документов будущих лауреатов. Чтобы лучше понять обстановку вокруг номинации в те годы, постараюсь передать разговор двух лауреатов во время празднования юбилея А.И. Барчукова. Речь шла о потерях почти гарантированных Нобелевских премий из-за бюрократических препон, выстраиваемых чиновниками. Шведская академия, по их словам последовательно предлагала назвать три фамилии, причастных к запуску первого спутника, первого космонавта, первой стыковки в космосе, первого выхода в космос и т.д. Но каждый раз что-то мешало это сделать. То ли трудность с определением троих из длинного списка творцов успехов, то ли секретность, то ли еще что. Так что, у А.И. Барчукова была трудная работа, но человек с большой буквы и ученый, прошедший войну от звонка и до звонка, со своей задачей в тот мо-

мент великолепно справился! И еще несколько слов на тему Нобелевской премии и бюрократических проволочек. В нашей великой стране жил и работал выдающийся советский и российский физик-теоретик, пионер лазерной физики, в частности – метода лазерного охлаждения атомов – В.С. Летохов. Нобелевская премия по физике 1997 года была присуждена группе исследователей – Стивену Чу, Уильяму Филипсу (США) и Клоду Коэн-Таннуджи (Франция) за работу по лазерному охлаждению атомов. Автору идеи и теоретического обоснования в этой премии места не нашлось. Вот такая своеобразная Бозе – конденсация мнений англо-саксонского большинства. Как говорили наши российские лауреаты, количество лауреатов от США начинает определять и качество ежегодно выдаваемых премий!

Ну, и в заключение осанна Николаю Геннадиевичу Басову хочу привести слова еще одного великого лауреата Нобелевской премии. По мнению Жореса Ивановича Алферова, технологический и социальный прогресс XX века определили три открытия в области физики. Это деление урана, открытое немецкими учеными Ганном и Штрассманом в 1938 г. Второе – изобретение транзисторов в 1947 г. Д. Бартиным и В. Браттэйном, подготовившее компьютерную революцию. И третье – открытие Н.Г. Басовым, А.М. Прохоровым и Ч.Х. Таунсом лазерно-мазерного принципа, послужившее толчком к развитию многих и военных, и мирных технологий. Это прежде всего полупроводниковые лазеры и оптоволоконная связь.

В начале XXI века этот выдающийся научный тандем ушел с разницей чуть больше, чем в полгода. Первым, 1 июня 2001 года ушел в вечность ученик – Н.Г. Басов. Вторым, 8 января 2002 года, – учитель, А.М. Прохоров. Александр Михайлович очень любил своего талантливого ученика, относился к нему с огромным уважением и тяжело переживал безвременный уход соратника по созданному ими новому разделу знания. И лежат они на «Новодевичьем кладбище» рядом, также, как жили последние десятилетия в одном доме в «Кунцево» и трудились бок о бок в своих институтах на ул. Вавилова. Их уже нет с нами более 20 лет, а наука, созданная этими титанами, продолжает держать в напряжении многие тысячи ученых и инженеров по всему миру и создавать новые точки роста во многих областях науки, техники и гражданских 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