

КОНФЕРЕНЦИИ И СИМПОЗИУМЫ

**Научная сессия Отделения физических наук
Российской академии наук,
посвященная 90-летию со дня рождения академика
А.М. Прохорова**

(25 октября 2006 г.)

25 октября 2006 г. в конференц-зале Физического института им. П.Н. Лебедева РАН состоялась Научная сессия Отделения физических наук Российской академии наук, посвященная 90-летию со дня рождения академика А.М. Прохорова. На сессии были заслушаны доклады:

1. **Дианов Е.М.** (Научный центр волоконной оптики РАН, Москва). *А.М. Прохоров и квантовая электроника.*

2. **Карлов Н.В., Конов В.И., Осико В.В., Щербаков И.А.** (Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва). *А.М. Прохоров — основатель Института общей физики.*

Краткое содержание докладов публикуется ниже.

PACS numbers: 01.65.+g, 42.50.-p, 42.55.-f

А.М. Прохоров и квантовая электроника

Е.М. Дианов

1. Введение

Говорить о роли выдающегося ученого-физика, крупного организатора науки, великого патриота Родины академика Александра Михайловича Прохорова в развитии квантовой электроники и легко, и трудно одновременно. Легко, — потому что он является одним из создателей этого научного направления и результаты его научной деятельности — яркие и хорошо известные как отечественному, так и мировому сообществу. Трудно, — потому что их много и просто невозможно сколь угодно полно осветить их в одном докладе.

Физические принципы квантовой электроники, подходы к созданию квантовых генераторов и усилителей, перспективы развития квантовой электроники превосходно изложены в Нобелевской лекции А.М. Прохорова "Квантовая электроника" [1].

Поэтому в данном сообщении я остановлюсь прежде всего на работах 1954–1958 гг., заложивших основы квантовой электроники. Эти работы были выполнены одновременно и независимо группой А.М. Прохорова в



11.07.1916 (Австралия) – 08.01.2002 (Москва)

Александр Михайлович Прохоров в 2001 году.

Физическом институте им. П.Н. Лебедева АН СССР (ФИАН) и группой Ч. Таунса в Колумбийском университете США.

Краткий обзор и сопоставление этих работ, как мне кажется, представляют большой интерес, поскольку наглядно показывают практически одинаковый "ход мыслей" участников и синхронность исследований обеих групп. Это является удивительным для того времени

"холодной войны", когда контакты ученых были сильно ограничены.

Затем я кратко остановлюсь на вкладе А.М. Прохорова в развитие лазерной физики и смежных областей. На примере волоконной оптики я продемонстрирую подход Александра Михайловича к решению сложных научно-технических проблем.

В заключение я расскажу об австралийском периоде жизни А.М. Прохорова.

2. Рождение квантовой электроники и начало лазерной эры

Фундаментальной основой квантовой электроники является предсказанное Эйнштейном явление индуцированного излучения (А. Эйнштейн "К квантовой теории излучения", 1917 г.). Суть явления заключается в том, что атом, находящийся в возбужденном состоянии, может отдать энергию как в виде спонтанного, так и в виде индуцированного (вынужденного) излучения. В последнем случае возбужденный атом излучает, когда он взаимодействует с внешним квантом поля. При этом испущенный и внешний кванты неразличимы.

Это свойство индуцированного излучения и позволяет создавать квантовые генераторы электромагнитного излучения. Для того чтобы наблюдать индуцированное излучение, нужно иметь возбужденные атомы. Однако, когда атомы находятся в тепловом равновесии, оптические уровни не заселены и при возбуждении атомов в обычных условиях они переходят в основное состояние благодаря спонтанному излучению. Это связано с тем, что вероятность индуцированного излучения при обычных значениях интенсивности света мала. Поэтому в оптической спектроскопии индуцированное излучение не рассматривалось. Совсем другая ситуация в радиоспектроскопии. В радиодиапазоне, где $h\nu \ll kT$, возбужденные уровни молекул, находящихся в тепловом равновесии, имеют большую заселенность, в связи с чем необходимо учитывать индуцированное излучение. Поэтому неслучайно, что работы, приведшие к созданию квантовой электроники, были выполнены группами, занимающимися радиоспектроскопией.

Для повышения спектрального разрешения и чувствительности радиоспектроскопов А.М. Прохоров и Н.Г. Басов использовали в качестве объектов исследования молекулярные пучки, применяя при этом сортировку молекул по энергетическим состояниям. Другими словами, они получали молекулы, находящиеся в возбужденном состоянии, и такая система в принципе могла усиливать излучение. Аналогичные исследования проводились группой Таунса.

В 1954 г. Н.Г. Басов и А.М. Прохоров опубликовали статью "Применение молекулярных пучков для радиоспектроскопического изучения вращательных спектров молекул" [2], в которой обсуждалась возможность создания квантового генератора электромагнитного излучения, названного авторами молекулярным генератором. Стоит процитировать небольшой фрагмент этой статьи, чтобы показать, как четко и ясно сформулирован способ реализации этой идеи.

"Используя молекулярный пучок, в котором отсутствуют молекулы в нижнем состоянии рассматриваемого перехода, можно сделать «молекулярный генератор». Принцип действия молекулярного генератора состоит в следующем.

Отсортированный молекулярный пучок, в котором отсутствуют молекулы в нижнем состоянии рассматриваемого перехода, пропускается через объемный резонатор".

В этом же году была опубликована статья Гордона, Цайгера и Таунса, в которой сообщалось о запуске молекулярного генератора на молекулах NH_3 , использующего тот же самый принцип [3].

В 1955 г. публикуется статья Н.Г. Басова и А.М. Прохорова "О возможных методах получения активных молекул для молекулярного генератора" [4], в которой предлагается метод получения активных молекул (инверсной населенности) с помощью предварительного облучения молекулярного пучка вспомогательным высокочастотным полем, вызывающим резонансные переходы между различными уровнями молекул. На рисунке 1 показаны возможные варианты использования вспомогательного излучения с частотой $\nu_{\text{всп}}$ для создания инверсной населенности и генерации на частоте ν_r . Сейчас этот метод ("метод накачки", или "метод трех уровней") широко используется при создании лазеров различных типов.

В этом же году опубликована статья А.А. Маненкова и А.М. Прохорова "Тонкая структура спектра парамагнитного резонанса иона Cr^{3+} в хромовом корунде" [5]. Эта статья означала переход к радиоспектроскопическим исследованиям твердых тел, в данном случае парамагнитных кристаллов. Такие исследования привели к созданию квантовых усилителей сверхвысокой частоты и их широкому применению.

В 1956 г. были опубликованы статья Бломбергера, посвященная созданию инверсной населенности методом накачки в твердотельных лазерах [6], и статья Н.Г. Басова и А.М. Прохорова, в которой дана теория молекулярного генератора и молекулярного усилителя мощности [7].

В 1958 г. появилась статья А.М. Прохорова "О молекулярном усилителе и генераторе на субмиллиметровых волнах" [8], в которой рассматривается возможность создания молекулярного усилителя и генератора на длинах волн менее 1 мм. Одной из проблем создания генератора коротковолнового излучения являлся выбор резонатора. В этой работе Александр Михайлович предложил и обосновал использование в качестве резонатора двух плоскопараллельных зеркал (открытый резонатор). Это предложение открыло путь для создания лазеров, и сегодня два плоскопараллельных зеркала представляют собой наиболее распространенный тип резонатора в лазерной технике.

Позднее, в том же году Шавлов и Таунс опубликовали подробное исследование резонатора в виде двух парал-

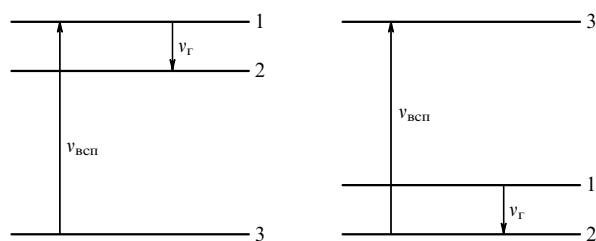


Рис. 1. Схемы накачки для создания инверсной населенности.

дельных зеркал применительно к оптическому диапазону длин волн [9]. В этой статье и в последующих выступлениях на конференциях Таунс отмечал приоритет А.М. Прохорова в предложении этого типа резонатора.

В указанных выше статьях сформулированы физические принципы квантовой электроники и пути ее дальнейшего развития, включая создание лазеров.

Запуск лазера в 1960 г. привел к возникновению нового направления науки и техники — лазерной физики. Но, как стало ясно позднее, это было не просто возникновение нового направления науки и техники. Запуск лазера ознаменовал начало лазерной эры, в которой лазер стал незаменимым инструментом в технологических процессах, новой технике, медицине, оборонной технике, научных исследованиях и в быту. А.М. Прохоров понимал огромные потенциальные возможности лазеров. Круг его интересов в этот период значительно расширяется, растет число сотрудников в его коллективе, он энергично подключает к исследованиям научные, отраслевые и промышленные организации.

Основные результаты, полученные под руководством А.М. Прохорова за сорок с лишним лет, опубликованы в отечественных и зарубежных изданиях и хорошо известны научной общественности как в России, так и за рубежом. В частности, многие основополагающие работы периода 1953–1995 гг. опубликованы в книге А.М. Прохорова *Квантовая электроника. Избранные труды* [10]. Даже краткое описание основных результатов невозможно дать в одном докладе, можно лишь сформулировать главные направления исследований:

- поиск новых типов активных сред и методов создания инверсии населенностей;
- расширение спектрального диапазона лазерной генерации и поиск новых оптических материалов, прозрачных в различных спектральных областях;
- разработка методов управления спектральными, временными, энергетическими и пространственными характеристиками лазерного излучения;
- исследование взаимодействия лазерного излучения с различными средами.

Большое внимание А.М. Прохоров уделял внедрению результатов научных исследований в практику.

Я упомяну лишь о некоторых работах, которые проводились по инициативе Александра Михайловича и при его непосредственном участии. Александр Михайлович считал очень перспективным применение лазеров в медицине и отдавал этому направлению много сил и времени. Одна из первых работ заключалась в создании лазерной офтальмологической установки для лечения глаукомы.

Актуальной проблемой современной медицины является реканализация артерий, пораженных атеросклерозом (лазерная ангиопластика). Совместно с Институтом хирургии им. Вишневского Институт общей физики РАН (ИОФАН) провел в 1988 г. 11 операций по реканализации бедренных артерий, используя эксимерный лазер и волоконный световод из специального кварцевого стекла.

Много усилий приложил Александр Михайлович к внедрению лазеров в оборонную технику. Упомяну лишь одну работу по созданию лазерного комплекса для противоздушной обороны, проводимую по Постановлению ЦК КПСС и Совета министров СССР (шифр "Омега"). Широкая научная эрудиция и несомненный

авторитет А.М. Прохорова позволили ему организовать в ФИАНе и других академических и ведомственных институтах исследования по широкому кругу актуальных задач в рамках этой работы. Эти исследования, поставленные с прикладными целями, привели к открытию и детальному изучению многих новых физических явлений. В соответствии с этим Постановлением был построен главный лабораторный корпус ИОФАНа. Возможно, когда-то археологи будут ломать голову над вопросом, почему в бетонном основании корпуса заложена капсула из нержавеющей стали, содержащая греческую букву Ω .

3. А.М. Прохоров и волоконная оптика

Как уже отмечалось, круг интересов А.М. Прохорова был исключительно широк. Он инициировал и активно поддерживал новые исследования в таких актуальных областях науки и техники, как микроэлектроника, физика твердого тела, физика поверхности, гидродинамика, физика плазмы, субмиллиметровая спектроскопия, высокочистые материалы, в том числе моноизотопные, интегральная и волоконная оптика, автоматизация научных исследований.

На вкладе А.М. Прохорова в развитие волоконной оптики хотелось бы остановиться более подробно по следующим причинам.

Во-первых, на этом примере можно более рельефно продемонстрировать подход Александра Михайловича к решению крупных и сложных научно-технических проблем.

Во-вторых, эта сторона его научной и организационной деятельности недостаточно хорошо известна научной общественности.

В-третьих, одно из массовых применений лазеров приходится на такую важную область волоконной оптики, как волоконно-оптическая связь. Кроме того, недавние выдающиеся результаты в разработке волоконных лазеров, в которую А.М. Прохоров внес существенный вклад, являются, по мнению специалистов, новым прорывом в лазерной физике.

Одними из первых экспериментов с применением лазеров стали эксперименты по оптической связи через свободную атмосферу. Использование лазерного света в качестве несущего излучения в системах связи позволяло в принципе увеличить скорость передачи информации в несколько десятков тысяч раз по сравнению со скоростью передачи при радиосвязи. Однако вскоре оказалось, что свободная атмосфера не является хорошей передающей средой, прежде всего из-за метеорологических условий. Изготавливаемые в то время стеклянные волоконные световоды не могли быть использованы в качестве передающей среды из-за больших оптических потерь (~ 1000 дБ км⁻¹). Однако в 1966 г. Као и Хокхэн показали, что большие оптические потери в стеклянных волоконных световодах связаны с примесями в стекле и совершенствование технологии стекла может снизить оптические потери до ~ 20 дБ км⁻¹. Во многих странах начались работы по развитию технологии получения стекол и волоконных световодов с низкими потерями.

В 1970 г. фирма "Корнинг Гласс" изготовила стеклянные волоконные световоды на основе кварцевого стекла с потерями 20 дБ км⁻¹ на длине волны $\lambda = 0,63$ мкм. Это стимулировало расширение работ в этой области, и в начале 1970-х годов в ряде стран,

прежде всего в США, Великобритании и Японии, проводились интенсивные исследования по созданию стеклянных волоконных световодов с низким затуханием оптического сигнала.

А.М. Прохоров внимательно следил за этими исследованиями, расспрашивал сотрудников, вернувшихся из зарубежных командировок, о последних новостях в этой области. Он прочитывал все статьи по волоконным световодам, которые появлялись в литературе. В результате у него сложилось определенное мнение о состоянии дел и о путях решения проблемы волоконных световодов с низким затуханием. После этого он стал искать человека, который хотел бы и мог заняться этой проблемой. Выбор пал на автора этих строк. "Без химиков мы ничего не сделаем, пойдемте к Жаворонкову и выясним, кто нам может помочь", — с этих слов началась трудная, но очень увлекательная деятельность по созданию в СССР стеклянных волоконных световодов с низким уровнем оптических потерь. Это был 1973 год.

Решение указанной проблемы включало четыре главных направления.

1. Синтез исходных высокочистых веществ в газовой фазе.
2. Разработка технологии изготовления высокочистых стекол и стеклянных волоконных световодов с использованием высокочистых исходных веществ в газовой фазе.
3. Разработка технологического оборудования для изготовления высокочистых стекол и волоконных световодов.
4. Разработка методик и аппаратуры для измерения основных параметров стекол и волоконных световодов.

Для прояснения ситуации по первому направлению мы отправились к академику-секретарю Отделения физико-химии и технологии неорганических материалов АН СССР академику Николаю Михайловичу Жаворонкову. Николай Михайлович, внимательно выслушав нашу проблему, сильно нас обнадежил. Он сказал, что в г. Горьком в Институте химии АН (ИХАН) заместитель директора член-корреспондент Г.Г. Девятых как раз занимается синтезом и глубокой очисткой летучих гидридов и хлоридов ряда элементов, в том числе кремния, германия и бора. Это были как раз те элементы, которые являлись необходимыми для синтеза стекол на основе кварцевого стекла. Воодушевленный результатом встречи с академиком Жаворонковым А.М. Прохоров отправил меня к Г.Г. Девятым.

Г.Г. Девятых охотно согласился сотрудничать с нами в области волоконных световодов, сказав, что Институт химии всегда готов участвовать в большом деле. Мы договорились, что технология изготовления стекол и световодов тоже будет разрабатываться в Институте химии с использованием уже имеющихся летучих соединений. При этом параллельно будет проводиться дальнейшая очистка исходных веществ для получения более низкого содержания примесей. В мастерских ИХАНа и ФИАНа было изготовлено первое поколение лабораторного технологического оборудования, которое являлось, конечно, несовершенным, но позволяло начать работы по технологии. Методики и измерительное оборудование разрабатывались в лаборатории колебаний ФИАНа. К экспериментам приступили в начале 1974 г. А.М. Прохоров постоянно интересовался ходом работ и несколько раз приезжал в Горький, чтобы ознакомиться с ними на



А.М. Прохоров и академик Г.Г. Девятых (справа) (1986 г.).

месте. Уже в 1974 г. были созданы первые лабораторные образцы волоконных световодов на основе кварцевого стекла. Для получения заготовок световодов использовался модифицированный метод химического осаждения из газовой фазы слоев стекла внутри опорной трубки из кварцевого стекла (MCVD-метод). Затем из заготовки вытягивался волоконный световод [11].

Когда А.М. Прохоров убедился, что выбранная технология позволяет стабильно изготавливать волоконные световоды, он обратился в оборонный отдел ЦК КПСС с информацией об успешном начале работ по технологии волоконных световодов. Заместитель заведующего оборонным отделом Н.Н. Дитин проявил большой интерес к нашей работе и предложил выпустить по этой проблеме решение Военно-промышленной комиссии (ВПК) при Совете Министров СССР. Он организовал мою встречу с соответствующими людьми из ВПК, для того чтобы начать подготовку этого решения. Эту встречу я не забуду никогда. Выслушав мой рассказ о нашем намерении создать волоконные световоды с низкими оптическими потерями, они дружно рассмеялись и объяснили мне, что Государственный оптический институт уже "завалил" два Постановления по этой проблеме и у нас, физиков, нет никаких шансов решить эту исключительно сложную технологическую проблему. Обескураженный, я вернулся к Н.Н. Дитину и сообщил ему о таком приеме. Он позвонил кому-то в ВПК, и все было быстро решено. Когда я рассказал об этом Александру Михайловичу, он прореагировал очень спокойно и сказал, что это нормально.

По решению ВПК мы должны были через год получить волоконные световоды с потерями менее 20 дБ км^{-1} на длинах волн $0,8\text{--}0,9 \text{ мкм}$, а через два года — с потерями менее 10 дБ км^{-1} . Мы выполнили это задание с большим опережением, создав впервые в СССР стеклянные волоконные световоды на основе кварцевого стекла с низкими оптическими потерями. Примерно год спустя сотрудники Института радиотехники и электроники АН СССР, которые тоже занимались проблемой создания волоконных световодов с низкими оптическими потерями под руководством академика Владимира Александровича Котельникова, достигли сходных результатов. В 1977 г. мы получили волоконные световоды с потерями менее 1 дБ км^{-1} на длине волны $1,5 \text{ мкм}$.

К 60-й годовщине Октябрьской революции в Зеленограде совместно с промышленными организациями была успешно запущена первая в СССР опытная волоконно-оптическая телефонная система связи. Волоконные световоды для оптического кабеля были изготовлены командой ФИАН – ИХАН.

Этим завершился первый этап развития современной волоконной оптики в СССР. Была создана работоспособная кооперация академических институтов, которая решила основные проблемы создания волоконных световодов с низкими оптическими потерями, включая изготовление исходных материалов необходимой чистоты, развитие технологии изготовления волоконных световодов и разработку методики измерения основных параметров световодов. Другими словами, были созданы научно-технические основы для промышленного освоения этой техники. Еще раз следует подчеркнуть, что это стало возможным, прежде всего, благодаря настойчивости и глубокому интересу А.М. Прохорова к этой проблеме.

Интересно отметить, что и Николай Геннадиевич Басов понимал огромный научно-технический потенциал волоконной оптики и предпринимал попытки развить это направление. На семинаре Научного центра волоконной оптики (НЦВО) при ИОФАН в 1996 г., на котором обсуждалось состояние дел в области волоконной оптики, Н.Г. Басов рассказал, что в начале 1970-х годов он встретился с силовыми министрами и предложил начать совместную разработку волоконных световодов с низкими оптическими потерями. Однако никакой положительной реакции не последовало. (На фотографии — Н.Г. Басов и А.М. Прохоров во время этого обсуждения.)

История организации промышленного производства волоконных световодов, проводившейся в СССР директивными органами, печальна и поучительна, как, впрочем, и продолжение этой истории в России. В результате, в России сегодня отсутствует промышленное производство волоконных световодов со всеми вытекающими отсюда последствиями. Но, придерживаясь основной идеи доклада, здесь я этого касаться не буду, а расскажу кратко о дальнейшем развитии волоконной оптики как научного направления и о роли в этом А.М. Прохорова.

Как только была отработана технология получения волоконных световодов с низкими оптическими потерями, А.М. Прохоров предпринял энергичные усилия по внедрению волоконных световодов в технику. Начались работы с Научно-производственным объединением "Алмаз" и Конструкторским бюро машиностроения (КБМ) (г. Коломна) по использованию волоконных световодов в разработках этих предприятий. Эти организации стали разрабатывать более совершенное технологическое оборудование, которое позволяло изготавливать опытные партии волоконных световодов с улучшенными параметрами.

Конструкторское бюро машиностроения возглавлял тогда С.П. Непобедимый, который сразу понял огромный потенциал волоконной оптики для оборонной техники. В частности, для задач КБМ были разработаны волоконные световоды с повышенной механической прочностью. В КБМ были созданы прецизионные станки для получения заготовок волоконных световодов, которые в течение многих лет использовались



Н.Г. Басов (слева) и А.М. Прохоров (справа) (1996 г.).

как для изготовления опытных партий, так и для разработки новых типов волоконных световодов.

Другая прикладная работа касалась решения проблемы передачи телевизионных (ТВ) сигналов в больших городах. Неровности ландшафта и высокие здания приводят к появлению зон неуверенного приема ТВ-сигналов, передаваемых через свободную атмосферу. Такие зоны есть и в Москве. В 1984 г. совместно с организациями Министерства связи и Министерства промышленности средств связи была разработана система передачи ТВ-сигналов с помощью лазерного излучения по волоконно-оптическому кабелю. Разработка завершилась успешной подводкой телевизионного волоконно-оптического кабеля длиной около 2 км к одному из домов на Алтайской улице в зоне неуверенного приема. Затем (1987 г.) была проведена телевизионная волоконно-оптическая линия длиной 8,5 км от Останкина до Безбожного переулка, а также был проведен ряд других таких линий в Москве. Кроме того, несколько телефонных волоконно-оптических линий было проложено в Ленинграде и Горьком.

Параллельно с прикладными работами А.М. Прохоров энергично инициировал и поддерживал фундаментальные исследования стеклянных волоконных световодов. В 1980 г. был организован сектор волоконной оптики в ФИАНе, в 1983 г. после образования ИОФАНа в нем была создана лаборатория волоконной оптики, а в 1985 г. появился отдел волоконной оптики. В 1993 г. образован Научный центр волоконной оптики (НЦВО) при ИОФАНе. Это позволило начать проведение широких фундаментальных исследований, включая развитие технологии волоконных световодов, изучение новых волноводных структур, механических, оптических, радиационных свойств световодов, поиски новых областей применения волоконных световодов. Все эти исследования проводились в тесном контакте с ИХАН.

Особенно перспективными оказались исследования нелинейных оптических явлений. Хотя стекло и не является хорошим нелинейным материалом, но малые размеры сердцевин (~ 10 мкм) и большая длина взаимодействия (1 – 1000 м) приводят к высокой эффективности нелинейных процессов в волоконных световодах. В результате был получен ряд новых фундаментальных

результатов, среди них — генерация фемтосекундных солитонов в волоконных световодах, электрострикционный механизм взаимодействия солитонов, генерация последовательности невзаимодействующих солитонов в световодах с изменяющейся по длине дисперсией, предложение и экспериментальное подтверждение фотогальванической модели генерации второй гармоники в стеклянных световодах, обнаружение сдвига несущей частоты фемтосекундных солитонов в световодах за счет вынужденного комбинационного рассеяния (ВКР) и др. [12].

Исследование ВКР в волоконных световодах из стекол различных составов привело к разработке эффективных ВКР-волоконных лазеров средней мощности [13].

До последних дней своей жизни А.М. Прохоров не терял живого интереса к волоконной оптике.

Замечательные результаты последних лет в области волоконной оптики, такие как разработка волоконно-оптических систем связи со скоростью передачи информации ~ 10 Терабит с^{-1} , создание одномодовых непрерывных волоконных лазеров с выходной мощностью 1–2 кВт [14], широкое применение распределенных волоконно-оптических сенсорных систем для контроля температуры, деформаций, давления различных объектов (здания, корабли, мосты и т.д.) еще раз заставляют поразиться удивительной интуиции А.М. Прохорова, когда вспоминаешь, с какой энергией и настойчивостью он развивал волоконную оптику в нашей стране.

4. Австралийский период жизни А.М. Прохорова

В связи с юбилейной датой хочется обратиться к началу начал — рождению Александра Михайловича в далекой Австралии и проведенным там первым семи годам жизни.

Существует устойчивое мнение, что личность ребенка формируется в значительной степени в первые пять-шесть лет жизни. Александр Михайлович, по свидетельству его супруги Галины Алексеевны, всегда считал, что рождение и первые годы жизни в Австралии предопределили всю его дальнейшую судьбу. К сожалению, отсутствует сколько-нибудь подробная информация об этом периоде его жизни.

Из официальных источников известно, что Александр Михайлович родился в Атертоне (Atherton) в штате Квинсленд (Queensland), расположенном на северо-востоке Австралии (рис. 2). Но это не совсем так.

В июле 2005 г. после конференции по волоконной оптике в Сиднее мне удалось побывать в штате Квинсленд и посетить места, связанные с рождением и первыми годами жизни А.М. Прохорова в Австралии. Компанию мне составил бывший сотрудник НЦВО при ИОФАН профессор Петр Георгиевич Казанский, работающий сейчас в Саутгемптонском университете в Англии.

Но прежде чем описать это путешествие, я кратко остановлюсь на обстоятельствах, которые привели родителей Александра Михайловича в Австралию.

Отец Александра Михайловича — Михаил Иванович Прохоров, 1880 г. рождения, был профессиональным революционером и в 1911 г. был послан на вечное поселение в Сибирь. Мать — Мария Ивановна (в девичестве Михайлова) едет в Сибирь вслед за ним. В 1912 г. Прохоровы вместе с малолетней дочерью Клавдией бегут из ссылки в Австралию. Они прибыли в штат Квинсленд, правительство которого поощряло приезд мигрантов со всего мира, чтобы осваивать пустующие земли, представляющие собой девственный тропический лес. Мигрантам предлагались на льготных условиях участки размером 150 акров с подъездной дорогой, если



Рис. 2. Фрагмент штата Квинсленд на северо-востоке Австралии, где вблизи местечка Пирамон родился А.М. Прохоров. На вставке в левом верхнем углу — карта Австралии.

они согласны жить на ферме по крайней мере 5 лет и осваивать землю. В первое время после приезда в Австралию Михаил Иванович сменил несколько работ: был плотником, модельщиком и т.д. Тем временем в семье родились еще две дочери, Валентина и Евгения, и родители решили стать фермерами.

Прохоровы выбрали участок в округе Гадгарра (Gadgarra) на юге-востоке Атертонского плоскогорья, где в то время уже существовала небольшая русская колония, которая включала политических эмигрантов. Здесь 11 июля 1916 г. родился Александр Михайлович. Ферма Прохоровых находилась недалеко от местечка Бутчерс Крик, в котором была школа. В эту школу ходил Александр Михайлович со своими сестрами.

Как следует из различных источников, жизнь российских поселенцев была исключительно тяжела и совсем не похожа на жизнь в России. Поселенцы, среди которых были профессора, юристы, рабочие, пытались выжить в непривычном тропическом климате, вырубая лес, засеивая землю и ухаживая за домашними животными. Несомненно, что такие условия жизни должны были оказать сильное влияние на формирование характера юного Прохорова.

В 1923 г. неожиданно умирает от воспаления легких старшая дочь Клавдия и семья Прохоровых возвращается на Родину.

Итак, после окончания конференции в Сиднее мы прилетели в город Кейрнс (Cairns), взяли напрокат автомобиль и отправились в Атертон. Небольшой городок Атертон расположен на плоскогорье с одноименным названием, на высоте 700 м над уровнем моря. Хотелось бы отметить живописную природу Атертонского плоскогорья, которое имеет вулканическое происхождение. Это открытая малонаселенная холмистая местность, вдали видны гряды невысоких гор. Имеется много озер и водопадов, среди них — известный водопад Millaa Millaa. Сохранились живописные участки тропического леса с деревьями необычной формы, такими, например, как дерево-занавес. По пути нам встретилась ферма, на которой разводят редких животных и птиц в том числе крокодилов и медвежат коала.

К вечеру мы добрались до Атертона и остановились в мотеле с одноименным названием. Мы уже знали, что в Атертоне на территории Исследовательского центра тропического леса (Tropical Forest Research Center) находится мемориальная доска, посвященная Александру Михайловичу. Поэтому утром мы отправились туда. Мы заранее предупредили о нашем приезде, и нас ждали. Научные сотрудники Центра проявили большой интерес к нашему приезде в Атертон — чувствовалось, что они гордятся тем, что Нобелевский лауреат Прохоров родился в этих краях и что мемориальная доска расположена в их Центре. Вблизи административного здания находится относительно небольшой камень, к которому прикреплена мемориальная доска.

В Центре хранится копия свидетельства о рождении Александра Михайловича, из которого следует, что Александр Михайлович родился в Пирамоне (Peegamon, Russell Road).

Мы получили от сотрудников Центра ценную информацию о том, что ферма Прохоровых находилась не в Пирамоне, а вблизи местечка Бутчерс Крик, в котором имеется школа. А Пирамон просто являлся ближайшим административным центром.



Исследовательский центр тропического леса, где находится мемориальная доска А.М. Прохорова.

Вооруженные такой информацией мы отправились в Пирамон.

Пирамон состоит всего лишь из нескольких домов, самым знаменитым из них является здание, в котором расположены старейший в Австралии паб (Historic PUB, 1908 г.) и отель. Колоритная обстановка в пабе включает в себя, в частности, большую коллекцию старинных телефонных аппаратов.

Из Пирамона мы отправились на поиски местечка Бутчерс Крик, расположенного недалеко от городка Маланда. Мы обнаружили школу, в которой Александр Михайлович начинал учиться. Директор школы Сандра Камерон (Sandra Cameron) проявила искренний интерес к нашему посещению школы и подтвердила, что, действительно, в нескольких километрах от школы находилась ферма Прохоровых (Gadaloff Road, Butchers Creek) и что Александр Михайлович посещал эту школу. Школа в Бутчерс Крик была открыта в 1913 г., о чем свидетельствовала табличка на камне, находящемся у входа в школу.

К сожалению, никаких письменных подтверждений посещения Александром Михайловичем этой школы не сохранилось из-за случившегося в ней пожара.

Сандра Камерон сообщила, что в Маланде имеется исторический музей, в котором также есть информация об Александре Михайловиче. К сожалению, музей уже

BIRTH D 78983

BIRTH in the District of HERBERTON in the State of Queensland,

1916 Registered by Stanley Wilson District Registrar

Column	1	Number	9238	5883
CHILD				
2	When and where born	11th July 1916	Russell Road	Peerason
3	Name	Alexander Michael		
4	Sex	Male		
PARENTS				
Father—				
5	1. Name and surname of father	Michael Jant PROKHOROFF		
	2. Profession, trade or occupation	Selector		
	3. Age	35 years		
	4. Birthplace	Mariupol	Ekaterinoslaw	Russia
	6	Issue—living and deceased	Living	years
			Claudia	9
			Valentina	4
			Eugenia	2
Deceased				
Mother—				
7	1. Name and maiden surname of mother	Mary formerly Michayloff		
	2. Age	34 years		
	3. Birthplace	Orenbourg	Orenbourg	Russia

Свидетельство о рождении А.М. Прохорова.

был закрыт, а мы должны были улететь в этот день в Сидней.

Мы покидали Квинсленд с ощущением, что соприкоснулись с необычной судьбой рожденного в Австралии нашего великого соотечественника Александра Михайловича Прохорова.



Школа в Бутчерс Крик, где начал учиться А.М. Прохоров (вверху). Мемориальная доска, посвященная А.М. Прохорову, установленная в этой школе 12 июля 2006 г.

Автор выражает искреннюю благодарность Ф.В. Бункину, А.А. Маненкову, П.П. Пашинину за ценные обсуждения при подготовке статьи.

Список литературы

1. Прохоров А М *УФН* **85** 599 (1965)
2. Басов Н Г, Прохоров А М *ЖЭТФ* **27** 431 (1954)
3. Gordon J P, Zeiger H J, Townes C H *Phys. Rev.* **95** 282 (1954)
4. Басов Н Г, Прохоров А М *ЖЭТФ* **28** 249 (1955)
5. Маненков А А, Прохоров А М *ЖЭТФ* **28** 762 (1955)
6. Bloembergen N *Phys. Rev.* **104** 324 (1956)
7. Басов Н Г, Прохоров А М *ЖЭТФ* **30** 560 (1956)
8. Прохоров А М *ЖЭТФ* **34** 1658 (1958)
9. Schawlow A L, Townes C H *Phys. Rev.* **112** 1940 (1958)
10. Прохоров А М *Квантовая электроника. Избранные труды* (М.: ИздАТ, 1996)
11. Дианов Е М *Вестн. АН СССР* (10) 41 (1989)
12. Дианов Е М, Мамышев П В, Прохоров А М *Квантовая электрон.* **15** 5 (1988)
13. Dianov E M, Prokhorov A M *IEEE J. Select. Topics Quantum Electron.* **6** 1022 (2000)
14. Gapontsev V P et al., in *2005 Conf. on Lasers and Electro-Optics Europe, CLEO/Europe, Munich Germany, 12–17 June 2005* (Europhys. Conf. Abstracts, Vol. 29B) (Piscataway, NJ: IEEE, 2005) paper CJ1-1-THU

PACS numbers: **01.52.+r**, **01.65.+g**, **42.62.-b**

А.М. Прохоров — основатель Института общей физики

Н.В. Карлов, В.И. Конов, В.В. Осико, И.А. Щербаков

30 июля 1982 г. Совет Министров СССР своим распоряжением принял предложение Академии наук СССР о преобразовании Отделения А Физического института им. П.Н. Лебедева АН СССР в Институт общей физики АН СССР.

30 сентября 1982 г. постановлением Президиума Академии наук Институт общей физики АН СССР (ИОФАН) был формально создан. Научное и научно-методическое руководство Институтом было возложено на Отделение общей физики и астрономии АН СССР.

Однако только распоряжений и постановлений, даже самых важных, недостаточно для истинного рождения Института. Это лишь необходимое, но далеко не достаточное условие. Обязательно наличие харизматического лидера. Таким харизматическим лидером был Александр Михайлович Прохоров.

Он всегда и везде соответствовал занимаемой должности, идет ли речь о командовании взводом полковой разведки в тяжелые годы Великой Отечественной войны, о заведовании кафедрой лазерной физики Московского физико-технического института (МФТИ), о деятельности Главного редактора Большой советской энциклопедии, члена Президиума или академика-секретаря Отделения общей физики и астрономии АН СССР. Тем не менее главным делом жизни выдающегося физика и организатора науки, одного из основоположников квантовой электроники и лазерной физики, лауреата Нобелевской, Ленинской и Государственных премий СССР и России, дважды Героя Социалистического Труда академика А.М. Прохорова стало образо-



А.М. Прохоров
11.07.1916 – 08.01.2002

вание Института общей физики, носящего сегодня его имя.

В этом человеке все было неординарно. В общении с ним всегда потрясали невероятная быстрота, совершенная ясность и удивительная точность его конкретного мышления. Работоспособность, широта и глубина, объем его эрудиции восхищали.

А.М. Прохоров родился 11 июля 1916 г. в Австралии в семье русских политических эмигрантов. В начале 1920-х годов его семья возвратилась из вынужденной эмиграции на родину, в Россию. В 1934–1939 гг. Александр Михайлович Прохоров — студент физического факультета Ленинградского государственного университета; в 1939–1941 гг. — аспирант Физического института им. П.Н. Лебедева АН СССР; в 1941–1944 гг. — участник Великой Отечественной войны, командир взвода полковой разведки. В результате тяжелых ранений в 1944 г. был демобилизован. Как он впоследствии рассказывал близким ему людям, от смертельных ран своей любовью и заботами его спасла жена Галина Алексеевна. Ей он обязан жизнью и возвращением к активной научной деятельности.

В 1944–1946 гг. А.М. Прохоров продолжил обучение в аспирантуре ФИАНа. Стержневой идеей, определившей на многие десятилетия вперед смысл научной жизни А.М. Прохорова, была идея монохроматических колебаний в нелинейных системах с резонансной обратной

связью. Формирующие этапы становления личности ученого, такие как выполнение кандидатской (1939–1941 гг. и 1944–1946 гг.) и докторской (1946–1951 гг.) диссертаций, прошли у Александра Михайловича в лаборатории колебаний ФИАНа в атмосфере радиофизического подхода и "колебательной" взаимопомощи.

Именно эта лаборатория, заведующим которой в 1954 г. официально стал молодой доктор физико-математических наук А.М. Прохоров, явилась тем местом, где была создана квантовая электроника.

Именно эта лаборатория в 1968 г. составила основу научного организма Отделения А Физического института им. П.Н. Лебедева АН СССР.

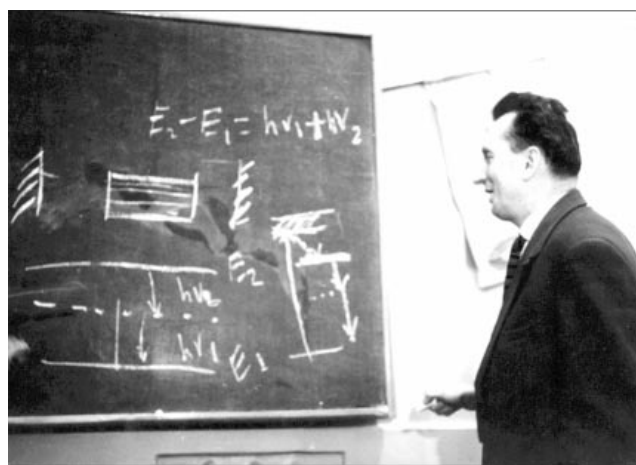
Именно на базе этой лаборатории Александр Михайлович в 1982 г. создал Институт общей физики АН СССР — главное свое детище — и стал первым его директором.

Лаборатория колебаний в течение нескольких лет была единственной лабораторией в СССР, коллектив которой активно и целенаправленно разрабатывал квантовую электронику. На Западе в этой же области и в том же направлении столь же активно работала только одна лаборатория — Лаборатория излучений Колумбийского университета в Нью-Йорке (Radiation Laboratory, Columbia University). Руководителем этих работ был Чарльз Хард Таунс (Charles H. Townes).

Квантовая электроника реально родилась в тот момент, когда возбужденная квантовая система (пучок должным образом отсортированных молекул) была помещена в резонатор. Молекулярные генераторы монохроматических сверхвысокочастотных (СВЧ) колебаний (мазеры) — первые приборы квантовой электроники — были созданы в конце 1954 г. — начале 1955 г. в Лаборатории излучений Колумбийского университета (Дж. Гордон, Х. Цайгер, Ч. Таунс) в США и в Лаборатории колебаний ФИАНа (Н.Г. Басов и А.М. Прохоров) в СССР. Мазеры работали на пучке молекул аммиака, длина волны излучения составляла 1,25 см.

В 1959 г. А.М. Прохорову и Н.Г. Басову была присуждена Ленинская премия за разработку нового принципа генерации и усиления радиоволн.

В 1960 г. А.М. Прохоров избирается членом-корреспондентом Академии наук СССР.



А.М. Прохоров на семинаре Лаборатории колебаний (1964 г.).

Отрезок времени 1954–1960 гг. отмечен по крайней мере двумя крупными научными свершениями А.М. Прохорова. Вскоре после запуска молекулярного генератора с электростатической сортировкой невозбужденных и возбужденных молекул в термически равновесном пучке молекул аммиака Н.Г. Басов и А.М. Прохоров предложили общий метод создания неравновесных сред в квантовой электронике. Это знаменитый метод трех уровней. Все твердотельные лазеры и практически все мощные лазеры работают на основе этого метода.

Успехи квантовой электроники радиодиапазона закономерно поставили вопрос о продвижении ее достижений в диапазоны гораздо более коротких длин волн. Для радиофизики и теории колебаний стремление к увеличению частоты управляемого монохроматического излучения было обусловлено всей логикой развития этих наук и являлось вполне естественным. Однако при продвижении к более коротким волнам принципиальную трудность представлял вопрос о резонаторах, без которых невозможно получение монохроматической генерации. В 1958 г. Александр Михайлович предложил для этой цели открытый резонатор. В сущности, это был аналог хорошо известного в оптике интерферометра Фабри–Перо. Радиофизический, чисто колебательный подход позволил Прохорову предложить известный инструмент в качестве резонатора для субмиллиметровых лазеров и для лазеров. Оба предложения — трехуровневая схема и открытый резонатор — стали краеугольными камнями квантовой электроники.

В конце октября 1964 г. было объявлено, что основоположники квантовой электроники Николай Геннадие-

вич Басов, Александр Михайлович Прохоров и Чарльз Хард Таунс удостоены Нобелевской премии по физике 1964 года за фундаментальные исследования в области квантовой электроники, приведшие к созданию лазеров и мазеров.

Первого июля 1966 г., за десять дней до своего пятидесятилетия, Александр Михайлович был избран действительным членом (академиком) Академии наук СССР по Отделению общей и прикладной физики. Статус академика никак не повлиял на его отношения с окружающими. Свойственные ему демократизм, доброжелательность и общительность продолжали удивлять всех знающих его людей.

Лазеры, лазерное излучение, взаимодействие лазерного излучения с веществом, их применения в науке и технологиях составляют предметную основу мировой славы академика А.М. Прохорова. Суть дела в том, что вследствие высокой монохроматичности и когерентности колебаний лазеры способны предельно концентрировать в пространстве, во времени и в спектральном интервале практически всю энергию излучения, достигающую, как правило, отнюдь не малых величин.

Появление лазеров было подготовлено всем ходом развития квантовой электроники, которая привнесла в оптику методы радиофизики и теории колебаний, обусловила ее второе рождение, придала ей динамизм и ускорила ее развитие. Возникла нелинейная оптика, появились и стали интенсивно применяться в технологии и медицине источники когерентного оптического излучения. Традиционная оптика обрела новую жизнь.



Нобелевские лауреаты 1964 г. (слева направо): Ч.Х. Таунс, А.М. Прохоров, Н.Г. Басов (премия по физике); английский химик Д. Кроуфут-Ходжкин (премия по химии); американский биохимик К.Э. Блох и немецкий биохимик Ф. Линен (премия по физиологии и медицине).

Фундаментальные результаты работ в области лазерной физики дали основание А.М. Прохорову и Генеральному конструктору конструкторского бюро КБ-1 (в дальнейшем — Московское конструкторское бюро "Стрела", потом Центральное конструкторское бюро "Алмаз") академику А.А. Расплетину выступить с предложением в ЦК КПСС и Совете Министров СССР о начале работ с широкой кооперацией исполнителей по созданию лазерной системы для противовоздушной обороны. Это предложение получило поддержку в Оборонном отделе ЦК КПСС и в Военно-промышленной комиссии (ВПК) Совета Министров СССР. 23 февраля 1967 г. вышло Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР, а 26 июня того же года — Решение ВПК. Эти документы определили направление работ, состав исполнителей и сроки создания лазерного комплекса, получившего кодовое название "Омега". В соответствии с этим Постановлением для Физического института им. П.Н. Лебедева АН СССР был построен лабораторный корпус площадью 11000 м².

Корпус был заложен в 1969 г., построен и сдан в эксплуатацию в 1973 г. Сейчас он является главным зданием Института общей физики РАН и закономерно несет на фасаде памятный знак с барельефом Александра Михайловича — основателя и первого директора института.

В фундаменте этого здания замурованы две капсулы из нержавеющей стали. В одной из них находится большая греческая буква Ω . Так здание ИОФАН хранит память о специальной работе, которой обязано своим существованием.

Вторая капсула содержит пригоршню фианитов — прекрасных синтетических кристаллов на основе окислов циркония и гафния, не имеющих природных аналогов. Большая твердость, высокий коэффициент преломления и разнообразие окраски — от бесцветной до темно-фиолетовой — делают фианиты прекрасными ювелирными камнями, завоевавшими мировой рынок. Впоследствии им были найдены другие, гораздо более важные применения.



Главный корпус ИОФАН.



Президент АН СССР А.П. Александров (слева) поздравляет А.М. Прохорова с 60-летием (1976 г.).

Эти кристаллы были созданы в ФИАНе, в лаборатории физики твердого тела Отделения А, чем и объясняется наличие второй капсулы в основании здания ИОФАН.

Цикл прикладных работ "Омега" привел к открытию и детальному исследованию новых физических явлений, новых материалов и технологий. Это очень характерно для Александра Михайловича. Сама постановка работы "Омега", многообразие ее результатов иллюстрируют любимый тезис Александра Михайловича о взаимной обусловленности, взаимном проникновении прикладных и фундаментальных исследований как необходимых условий технического прогресса.

1980-е годы ознаменовались бурным ростом Института и признанием его в качестве мирового лидера по целому ряду научных направлений. Кроме основного корпуса на территории института благодаря усилиям Александра Михайловича были построены еще три корпуса: для Научного центра лазерных материалов и технологий ИОФАН, Центра волоконной оптики и Центра естественно-научных исследований ИОФАН. В этих подразделениях института были развернуты работы по самым актуальным проблемам науки и технологии.

Из исследований, выполненных в 1980–1990 гг., следует отметить работы в области твердотельных лазеров. Были разработаны два класса новых активных материалов. Фундаментальные исследования процессов переноса, миграции и деградации энергии электронного возбуждения примесных ионов в стеклах и кристаллах привели к созданию фосфатных лазерных стекол с высокой концентрацией неодима и нового класса кристаллических материалов типа гадолиний-скандий-галлиевого граната. Этот кристалл замечателен тем, что он позволяет осуществлять изоморфное введение в свой объем донорной примеси ионов хрома наряду с активным примесным редкоземельным ионом. Кроме того, эти активные среды обладают повышенной лучевой и радиационной стойкостью. Лазеры на их основе демонстрируют более высокий к.п.д. и повышенную надежность.

К работам этого направления следует отнести также разработку лазеров с полупроводниковой лазерной накачкой. Были сформулированы требования к активным средам таких лазеров и созданы отвечающие этим требованиям материалы, на основе которых разработаны твердотельные лазеры с уникальными свойствами. Сегодня твердотельные лазеры с накачкой излучением

полупроводниковых лазеров триумфально вышли на авансцену квантовой электроники. И на этот раз предвидение А.М. Прохорова полностью оправдалось.

В области создания новых лазеров несомненно интересными являются разработки перестраиваемых лазеров на центрах окраски в щелочно-галлоидных кристаллах, работающих при комнатной температуре, а также лазеров, в которых используется эффект вынужденного комбинационного рассеяния.

В области применения лазеров следует особо выделить работы Александра Михайловича, относящиеся к медицине. Здесь и первые в мире лазерные офтальмологические установки, и новая хирургия в гинекологии и урологии, и разработка фотодинамической терапии — принципиально новой медицинской методики в онкологии. Интересные результаты были получены при использовании эксимерных лазеров для лечения деструктивных форм туберкулеза, а также лазерных урологических комплексов, в том числе лазерного литотриптора (медицинского прибора для ликвидации камней в организме человека). В последнем приборе использован открытый в институте новый эффект разрушения диэлектриков под воздействием двухчастотного излучения.

В Центре естественно-научных исследований по инициативе Александра Михайловича были развернуты и успешно продолжают работы по ряду направлений нанофизики и нанотехнологий.

1980–1990-е годы отмечены триумфальным вхождением в жизнь волоконной оптики. Исследования в этой области были начаты также по инициативе А.М. Прохорова еще в начале 1970-х годов. Оптическая связь и Интернет стали необходимым атрибутом современного человека. Центр волоконной оптики при ИОФАНе внес существенный вклад в решение целого ряда проблем, вставших на пути этих поистине революционных преобразований.

Так продолжалось до начала 1990-х годов, когда Институт, как и вся советская наука и вся наша страна, почувствовал на себе результаты развала великой державы. Тем не менее потенциал, заложенный А.М. Прохоровым, обеспечил не только сохранность Института как такового, но и сохранность его положения в мировой науке.

Что представляет собой Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН сегодня?



А.М. Прохоров (справа) после доклада на Президиуме РАН с президентом Российской академии наук Ю.С. Осиповым (1996 г.).

В институте работают 1028 человек, из них научных сотрудников — 508, докторов наук — 122, кандидатов наук — 281, аспирантов — 48.

В институте действуют три докторских диссертационных совета по специальностям "радиофизика", "акустика", "лазерная физика", "физика конденсированного состояния", "теоретическая физика", "физика плазмы", "оптика", "технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники". Начиная с 2000 г. в институте защищено 56 кандидатских и 38 докторских диссертаций.

При институте находятся шесть базовых кафедр ведущих вузов страны: четыре кафедры Московского физико-технического института, кафедра Московского института радиотехники, электроники и автоматики и кафедра Московского химико-технологического института.

С 2000 г. сотрудниками института опубликовано 24 монографии. Только за 2005 г. опубликована 951 работа, из них 311 — в зарубежных изданиях.

По данным редколлегии журнала *Квантовая электроника* институт является основным "поставщиком" статей: в 2004 и 2005 гг. сотрудниками института опубликовано в этом журнале 50 и 35 статей соответственно.

Общий объем финансирования с 2000 по 2005 гг. вырос со 111 до 368 млн рублей. В 2005 г. базовое бюджетное финансирование составило 91,2 млн рублей, а внебазовое — 276,8 млн рублей. В 2005 г. внебазовое финансирование включало 120 проектов Российского фонда фундаментальных исследований, 19 проектов Министерства образования и науки РФ и 130 различных договоров. Сейчас в институте ведутся работы по 14 грантам Международного научно-технического центра (МНТЦ) и 3 грантам Американского фонда гражданских исследований и развития (CRDF).

В рамках двусторонних и межакадемических соглашений осуществляется сотрудничество с исследовательскими организациями из 15 стран мира. Созданы совместные лаборатории с научными учреждениями Канады, Италии и Франции. Ежегодно институт посещают до трехсот зарубежных ученых и специалистов.

Институт организует ежегодные международные конференции "Advanced Laser Technologies", "International Laser Physics Workshop" и Звенигородскую конференцию по физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу. Институт является одним из организаторов Международной конференции по квантовой электронике (International Quantum Electronics Conference/Lasers, Applications and Technologies, IQEC/LAT).

Постановлением Президиума РАН установлены основные направления фундаментальных исследований института: физика конденсированных сред, оптика и лазерная физика, радиофизика и электроника, акустика, физика плазмы. Более детальная расшифровка этих направлений состоит из 27 наименований, которые включают в себя практически все современные области исследований названных научных направлений.

В качестве примеров важнейших научных результатов можно назвать следующие.

Обнаружено явление селективной адсорбции спин-модификации молекул воды. Впервые в мировой практике выполнено разделение воды на спин-модифицированные фракции — орто- и пара-воду.

На примере купрата германия, легированного примесью хрома, обнаружен новый магнито-оптический эффект: нарушение прецессии спина в легированной квантовой цепочке.

Теоретически обосновано и экспериментально реализовано в магнитоупругих средах обращение волнового фронта в акустике.

Развиты методы синтеза и обработки углеродных нанотрубок, на основе которых созданы новые уникальные элементы фотоники.

Открыт новый тип магнитного резонанса, обусловленный орбитальным упорядочением.

Выявлены особенности электродинамики композитных сред, обладающих эффективным отрицательным показателем преломления.

Теоретически предсказано и экспериментально подтверждено существование новых квазичастиц, образующихся в фотонно-кристаллических слоях с металлическими наноструктурами, — волноводно-плазменных поляритонов.

Разработан принципиально новый метод обнаружения и определения предельно низких концентраций органических соединений, основанный на лазерной десорбции ионов с наноструктурно-шероховатой поверхности кремния.

Предложен ряд новых лазерных материалов, на основе которых созданы новые типы твердотельных лазеров с уникальными параметрами.

Продолжаются работы по удержанию горячей плазмы в тороидальном магнитном поле стелларатора L-2M.

Ведутся работы по исследованию динамики формирования пико- и фемтосекундной лазерной микроплазмы многократно ионизированных газов и твердых тел.

Исследуются и разрабатываются электронно-оптические преобразователи, электронно-оптические камеры и дифрактометры. Достигнуто временное разрешение в 160 фс.

Разработан сверхвысоковакуумный (10^{-10} торр) сканирующий туннельный микроскоп GPI-300.

На основе инфракрасных матричных приемников излучения из силицида платины разработаны тепловизоры, применяющиеся в медицине и теплоаудите для контроля объектов электро- и теплоэнергетики. В Цент-

ральной клинической больнице РАН открыт кабинет термографических исследований, оснащенный медицинским тепловизором.

Создана аппаратура для фотодинамической терапии, в том числе для аутофлуоресцентной диагностики ранних форм рака.

Фундаментальные исследования в области диодной лазерной спектроскопии привели к разработке метода обнаружения бактерий *Helicobacter pylori* на основе анализа спектра выдыхаемого человеком воздуха.

Продолжает успешно работать Центр физического приборостроения, организованный А.М. Прохоровым и ставший теперь филиалом ИОФАН. Задачей центра является доведение разработок института до мелкосерийного выпуска. В частности, в центре налажен выпуск офтальмологической эксимерной лазерной установки для рефракционной хирургии "Микроскан ЦФП". Установка позволяет производить коррекцию гиперметропии, миопии и астигматизма методом летающего лазерного пятна.

Лазерная установка "Мария" для лечения деструктивных форм туберкулеза легких получила золотую медаль на 51-м салоне "Брюссель-Эврика".

Кристаллы на основе стабилизированного диоксида циркония (фианиты), разработанные сотрудниками института еще в 1970-х годах, модифицированы и нашли применение при создании уникальных медицинских инструментов, биологических протезов различного назначения и биоинертных имплантантов с высокой усталостной прочностью для зубной и ортопедической хирургии.

Сегодня очень популярно слово "инновация". Мы не уверены, что его употреблял Александр Михайлович, но всю свою жизнь он занимался инновациями.

Приведенный выше далеко не полный перечень фундаментальных и прикладных научных результатов является, по нашему мнению, ярким примером реализации идей Александра Михайловича Прохорова о невозможности разделения исследований на фундаментальные и прикладные. Только их неразрывная связь и взаимное проникновение обеспечивают развитие современной науки и процветание общества в целом.

Авторы благодарят Т.Б. Воляк и С.В. Гарнова за большую помощь в подготовке этого материала.