

Памяти Александра Николаевича Пенина

PACS number: 01.60.+q

Александр Николаевич Пенин, учёный-физик, руководитель научной школы "Квантовые явления в нелинейной оптике", заслуженный профессор Московского университета, лауреат Государственной премии СССР, скончался 24 февраля 2016 г. Известен работами в области лазерной физики и нелинейной оптики, сконцентрированными вокруг явления спонтанного параметрического рассеяния света. Ему принадлежат пионерские работы по наблюдению частотно-угловых спектров параметрического рассеяния света и их применению в поляритонной спектроскопии кристаллов, экспериментальной квантовой оптике и фотометрии с участием бифотонных полей. Не менее важным результатом Александра Николаевича является создание уникальной научной школы и методов воспитания будущих учёных-экспериментаторов. Выращенная им научная школа, её воспитанники плодотворно работают и будут служить науке, образованию и развитию России.

Александр Николаевич родился 1 ноября 1940 г. в Москве, в семье физиков. После окончания средней школы в 1957 г. поступил на физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова. Физическому эксперименту студент А.Н. Пенин обучался на кафедре радиофизики СВЧ, в лаборатории квантовой радиофизики, которой руководил Давид Николаевич Клышко. В этой лаборатории создавали новые мазеры, а также занимались спектроскопией спиновых состояний. В 1964 г. Александр Николаевич защитил дипломную работу "Индукционное комбинационное рассеяние в радиодиапазоне". В годы, когда он был студентом, в физике начиналась эпоха квантовых генераторов оптического диапазона — лазеров. В 1965 г. под руководством Р.В. Хохлова была основана кафедра волновых процессов, в ряду её основных научных направлений было применение лазеров в спектроскопии. А.Н. Пенин стал одним из первых сотрудников этой кафедры. Свою кандидатскую диссертацию "Экспериментальное исследование многоквантовых процессов в СВЧ и оптическом диапазонах" он защитил в 1970 г.

В 1967 г. на кафедре волновых процессов было экспериментально обнаружено предсказанное Д.Н. Клышко годом раньше явление спонтанного параметрического рассеяния света (СПР), в то время названное параметрической люминесценцией. Практически сразу же после этого А.Н. Пенин подключается к экспериментальным исследованиям СПР под руководством Д.Н. Клышко. В 1970 г. ими была установлена связь между рассеянием света на фоновых поляритонах и параметрическим рассеянием света. Это стимулировало первый многолет-



Александр Николаевич Пенин
(01.11.1940 – 24.02.2016)

ний цикл работ А.Н. Пенина по применению двумерных частотно-угловых спектров сигнальных волн СПР, регистрируемых в видимом диапазоне, для определения дисперсионных параметров электромагнитного отклика кристаллов в инфракрасной области частот. С этих экспериментов ведёт начало его самостоятельная экспериментальная лаборатория. Д.Н. Клышко в эти годы переходит к чисто теоретическим исследованиям, постоянно расширяя круг своих научных интересов и формулируя новые задачи для эксперимента. Установившийся в условиях глубокой человеческой дружбы, этот стиль взаимодействия теоретика Д.Н. Клышко и экспериментатора А.Н. Пенина оказался чрезвычайно плодотворным для развития физики и научной школы в нашей стране.

Для получения спектров СПР А.Н. Пенин впервые применил оптическую схему со скрещенной дисперсией.

Рассеянное излучение, представляющее собой разноцветный конус лучей, фокусировалось на вертикальную щель спектрографа. В плоскости щели, перпендикулярной оси конуса, наблюдалась система колец излучения различных длин волн; выделенная щелью полоска разворачивалась в спектрографе по горизонтали в спектр по длинам волн. Как легко понять, на выходе спектрографа при этом должен был получаться спектр распределения мощности излучения в координатах частота – угол рассеяния. Однако нелегко было увидеть и зарегистрировать первый спектр. Эксперимент требовал тщательной юстировки по спектру и по углу, согласования апертур сигнала и спектрографа, необходимо было предельно минимизировать потери интенсивности, так как сигнал был на много порядков слабее исходного излучения накачки. При отладке оптической схемы Александру Николаевичу понадобилось тонкое мастерство оптика и механика. Кроме того, для регистрации сигнала надо было подобрать фотоплёнку с очень высокой чувствительностью и оптимальный режим её проявления. Но больше всего труда, терпения, изобретательности в те годы требовалось для изготовления самих источников накачки — лазеров. "Физики, которые ждут готовых приборов, не будут первооткрывателями!"

Технология регистрации спектров была отлажена ещё до появления в лаборатории первых промышленных лазеров. В этих условиях были получены спектры рассеяния на поляритах в кристаллах ниобата лития, дигидрофосфата калия, йодноватой кислоты, йодата лития, пентабората лития и др. Из этих спектров вычислялись дисперсия компонент тензора диэлектрической проницаемости и нелинейной восприимчивости, коэффициентов поглощения и показателей преломления в далёкой инфракрасной области. Определялись вклады отдельных колебаний в восприимчивости первого, второго, третьего порядков, и это находило применение для определения стехиометрического и изотопного состава, для изучения фазовых переходов в кристаллах. Метод оказался очень чувствительным к колебаниям высших порядков и к наличию в кристаллах малых примесей. Имея для этого хороший инструмент, А.Н. Пенин и его ученики освоили кристаллооптику и изучали динамику кристаллической решётки. В начале 1980-х годов начались работы по изучению методом СПР тонких, слоистых и полидоменных кристаллов в условиях квазисинхронизма. В настоящее время спектры рассеяния на поляритах используются при исследовании более сложных объектов.

В 1975 г. начались экспериментальные исследования статистических свойств поля СПР. А.Н. Пенин и его ученики первыми в мире провели эксперименты, ставшие основой новых методов квантовой метрологии. Было показано, что в процессе рассеяния рождаются коррелированные пары фотонов — бифотоны. На основе этого свойства был развит метод абсолютной калибровки квантовой эффективности фотоприёмников, причём калибровка проводилась в широком спектральном диапазоне. Тогда же были начаты эксперименты по измерению спектральной плотности яркости электромагнитного излучения методом СПР, при котором эффективная яркость нулевых флуктуаций электромагнитного вакуума играла роль квантового эталона. Результатом явилось создание методов абсолютной квантовой калибровки энергетических параметров излучения.

К середине 1970-х годов уже имелись надёжные теоретические расчёты, сделанные Д.Н. Клышко, но всё же маршрут экспериментов не был заранее написан, а методы исследований принадлежали новой для лаборатории области статистической оптики. Чтобы взяться за реализацию таких задач, требовалась большая смелость. Для калибровки фотоумножителей необходимо было освоить корреляционную методика, изучить особенности статистики фотоотсчётов, шумовые характеристики десятков разных электронных устройств. Для измерения яркости нужно было найти подходящие для измерений источники излучения, придумать новую оптическую схему и способ её юстировки, оценить влияние потерь измеряемого излучения в кристалле, определить решающую силу, постараться равномерно заполнить измеряемым излучением спектральную полосу и пространственные апертуры фотометра нового типа. Следует отметить, что все работы учеников Александра Николаевича традиционно содержали экспериментальную и расчётную части. Потому что путь к цели никем заранее проложен не был. Эксперименты порой давали неожиданные результаты, и их необходимо было объяснять расчётами или хотя бы оценкой величин.

В 1982 г. А.Н. Пенин защитил докторскую диссертацию "Спектроскопия параметрического рассеяния света". В 1983 г. за открытие и исследование явления параметрического рассеяния света, а также его применение в спектроскопии и метрологии А.Н. Пенин вместе с Д.Н. Клышко и В.В. Фадеевым были награждены Государственной премией СССР.

К студентам и аспирантам Александр Николаевич относился как к младшим друзьям, всегда был открыт и доступен для любого вопроса, а они видели в нём пример для подражания и находили опору, если было трудно. В лаборатории его называли "шеф", но не в том смысле, в каком этим словом иногда именуют начальников. Он именно брал под своё "шефство", под свою научную, а скорее — нравственную, опеку всех, кто попадал в его поле. Он делал это очень ненавязчиво, и тем ещё больше притягивал людей.

Был он сильным физически, уверенно побеждал крепких парней в борьбе на руках. Он не раз ходил в горные походы высшей сложности, водил в походы студентов туристического клуба МГУ, работал в маршрутно-квалификационной комиссии, выпускавшей туристов на сложные категорийные маршруты. И в работе тоже учил крепости духа: верить в себя, думать и искать правильный путь, не сдаваться, идти вперёд. И тот, кто получал от него задачу, никем в мире ещё экспериментально не решённую, всегда был поддержан его верой в успех: "Куда ж оно денется — получится! Это только под лежащий камень вода не течёт!"

Экспериментальное искусство невозможно передать через тексты или лекции, оно познаётся в контакте с учителем. Александр Николаевич всю жизнь умел учиться и умел учить. Вместе с ним росли в науке его ученики, а затем и ученики учеников. У него был огромный талант учить не просто ремеслу, но тому, как вообще работать, чтобы дело сделать от начала и до конца. "Не боги горшки обжигают!" "Глаза боятся — руки делают!" Он чувствовал, кому нужна поддержка, кому — строгость. Публичные доклады о новых достижениях лаборатории он чаще всего делал не сам — он слушал своих учеников, всегда при этом волновался, и иногда гордился. Под-

лино новый эксперимент сложен и не может быть сделан в одиночку. Нужна команда людей, понимающих друг друга, причём не только в научном плане.

В центре лаборатории всегда стоял стол. Для общения, для дискуссий и для чаепитий. У лаборатории всегда был свой научный семинар. На нём выступали и студенты, и доктора наук. Обычно вопросы задавались во время доклада, и доклад переходил в бурную дискуссию. Иногда казалось, что Александр Николаевич её провоцировал специально, чтобы все ещё раз пересмотрели вроде бы уже очевидную, давно сложившуюся в понимании картину. Но он на время "забывал" уже известный ответ и вместе с самыми юными студентами заново приходил к нему, попутно рождая новое понимание и новые вопросы. Это было для всех замечательной тренировкой физического анализа проблемы! На этом семинаре стремились выступить или просто поучаствовать в дискуссии не только выходцы из школы Пенина.

Искусство задавать вопросы — наверное, самое главное в воспитании молодых учёных, и Александр Николаевич владел им в совершенстве. Сколько внимания к ученикам, сколько уважения к ним было в этих его вопросах и в его умении выслушать ответ! Этот кредит доверия заставлял молодых аспирантов и сотрудников упорно биться над задачей, думать, искать новые решения — но не оставлять вопрос шефа без ответа.

Он любил браться за новое. Интересы лаборатории не ограничивались только методом СПР. Изучались фоторефрактивные кристаллы, параметрическое рассеяние света голографического типа (ПРГТ). В частности, в 1990-е годы было показано, что затравочным излучением ПРГТ могут быть нулевые флуктуации электромагнитного вакуума. Проводились эксперименты по наблюдению реакции Белоусова — Жаботинского методами корреляционной спектроскопии.

С 2008 г. А.Н. Пенин работал в редколлегии журнала *Письма в ЖЭТФ*. Статьи он изучал с большим интере-

сом, был очень внимательным, бескомпромиссным рецензентом, так как высоко оценивал значение журнала для отечественной науки. Он считал, что задача рецензента состоит в первую очередь в том, чтобы улучшить изложение и чтобы достойный результат не был отвергнут. Если же работа была сделана непрофессионально, если были обоснованные сомнения в достоверности результата, она ни при каких прочих условиях не должна была попасть в журнал. Столь же принципиальным он был в работе эксперта РФФИ, куда его приглашали в течение многих лет. Он активно работал в двух диссертационных советах, полагая, что защита диссертации — это важный этап не только в судьбе учёного, но и для будущего выросившей его лаборатории.

Лаборатория А.Н. Пенина расширялась, и, в соответствии с развитием новых направлений исследований, из неё вырастали отдельные самостоятельные научные группы в России (в основном в МГУ) и других странах (США и Германии). Большинство из них называют себя "Пенинскими" и являются продолжением школы Александра Николаевича Пенина. Надолго запомнили Александра Николаевича и другие выпускники кафедры квантовой электроники, где он организовал задачи специального физического практикума и около 20 лет, вплоть до последних дней жизни, читал яркие лекции по экспериментальным основам корреляционной спектроскопии и физики лазеров.

Он был человеком талантливым, сильным, надёжным, доброжелательным. Он всегда считал себя в ответе за тех, кто рядом. Те, кто знакомился с ним, не теряли с ним связь, даже живя далеко и даже уйдя из профессии. И все, кто его знал: и ученики, и коллеги — хранят о нём светлую и благодарную память.

*Л.В. Келдыш, Г.Х. Китаева, С.П. Кулик,
К.А. Кузнецов, Т.В. Лаптинская, В.А. Панов,
П.А. Прудковский, В.В. Фадеев, М.В. Чехова*