

Николай Ушаков: «Образцовый специалист должен стремиться знать всё»



Николай Ушаков: «Образцовый специалист должен стремиться знать всё»

Защита докторской диссертации — далеко не рядовое событие в жизни учёного. Это итог определённого этапа научной деятельности и важный шаг в карьере. В Политехе чуть более 18 процентов сотрудников имеют докторскую степень. В апреле этого года к ним присоединился доцент Высшей школы прикладной физики и космических технологий Института электроники и телекоммуникаций, ведущий научный сотрудник научной лаборатории «Волоконная оптика» Николай Ушаков.

Николай родился в Ленинграде, окончил гимназию № 470. В 2005 году поступил в Политех, на радиофизический факультет, кафедру радиотехники и телекоммуникаций. После окончания бакалавриата пошёл учиться в магистратуру на кафедру радиофизики того же факультета. В студенческие годы его научным руководителем был профессор Олег Иванович Котов. В 2011 году Николай Ушаков поступил в аспирантуру.

В 2015 году под руководством профессора Высшей школы прикладной физики и космических технологий Леонида Борисовича Лиюкумовича защитил кандидатскую диссертацию. А в конце 2023 года — докторскую. В 2022 году, при поддержке программы «Приоритет 2030» со своей научной группой Николай создал первое в России устройство, которое измеряет пульсовую волну с помощью смартфона и волоконных датчиков. Технология может проводить диагностику сердечно-сосудистой системы. Подробнее об этой разработке мы писали в газете «Политехник» от 1 сентября 2022 года. А сейчас Николай стал героем нашей постоянной рубрики «Персона». Разговор мы начали с глобального вопроса.



— В России появится программа развития фотоники до 2035 года. С таким предложением выступил гендиректор «Росатома» Алексей Лихачев на совещании по вопросу достижения технологического суверенитета в области фотоники. Инициативу поддержал премьер-министр Михаил Мишустин. Почему такое большое внимание фотонике сейчас?

— Вообще фотоника с нами уже достаточно давно. Весь современный интернет основан на фотонике, потому что для передачи информации на расстояние в километры, а тем более сотни и тысячи километров, традиционные электрические линии связи совсем непригодны из-за больших потерь и низких скоростей передачи. И где-то с конца 80-х—начала 90-х стали активно развиваться волоконно-оптические линии передачи информации, которые позволили принципиальным образом изменить эту сферу за счёт того, что оптическая частота гораздо больше, чем несущая частота в традиционных электрических линиях связи. Можно упаковать в одно волокно сразу много оптических каналов и передавать колоссальный объём информации.

Есть даже такое сравнение: по одному волокну сейчас весь мир, все восемь миллиардов человек, может одновременно поговорить по телефону. Это один из основополагающих факторов возрастающего интереса к фотонике. Также надо отметить то, что у фотоники большие перспективы с точки зрения вычислений, потому что традиционные компьютеры приближаются к своему физическому пределу, всё более и более плотно упаковывать транзисторы на полупроводниковом чипе становится очень сложно. И один из трендов научных исследований сейчас — это создание квантового компьютера, который в определённых задачах позволит кардинально увеличить вычислительные возможности. В частности, один из вариантов

его создания — это оптический квантовый компьютер на основе одиночных фотонов. Большое количество одиночных фотонов запускается в оптический процессор. По сути, это много-много связанных друг с другом волноводов, управляя свойствами которых, можно влиять на то, как они распространяются, и получать результат вычислений.



— О программе развития фотоники говорят в контексте технологического суверенитета. То есть сейчас мы пользуемся западными технологиями?

— В основном, да. Большая часть оптоэлектронной продукции, лазеры, фотоприёмники, модуляторы, собственно, основа всех фотонных технологий, — западного производства. В России в отдельных компаниях или научных группах есть точки роста, но всё равно полного суверенитета пока добиться сложно, потому что часть продукции всё равно закупается за рубежом: полупроводниковые материалы, пластины, подложки, заготовки для оптических волокон, сверхчистый кварц, из которого потом вытягивается волокно.

— А что своё у нас есть?

— Своих мозгов много.

— Они могут придумать, как заменить зарубежные компоненты?

— Придумать-то мало. Важно ещё иметь возможность потом идеи на практике реализовать, а для этого как раз нужны технологии. Допустим, мы придумали, как сделать фотонный процессор, который сможет в сто раз увеличить эффективность

вычислений. Но нужно его изготовить. То есть нужен либо полупроводниковый материал, в который будут встроены волноводы и модуляторы, организован подвод излучения, вывод излучения, детекторы.

Процессы изготовления этих устройств очень сложные. Электроника вроде как во всём мире активно развивается, но тем не менее машинки для изготовления чипов делает единственная голландская компания. Потом поставляет их в Тайвань, где налажено фабричное производство. За счёт глобализации она чувствует себя достаточно хорошо.

— Но поскольку нам этих машинок не дают, надо придумать, как самим их производить, а это прямо с нуля.

— Да, к сожалению, тут очень большой путь нужно пройти. То есть идеи есть, но нет средств производства. Так что хорошо, что про это думают, но просто думать мало.

— В Институте электроники и телекоммуникаций под вашим руководством разрабатывается технологическая платформа для систем оптической визуализации на основе оптической когерентной томографии. Насколько я знаю, информация об этом вошла в годовой отчёт губернатора Санкт-Петербурга перед Законодательным собранием?

— Получилось так: я читал лекцию школьникам про квантовые технологии, а после лекции меня попросили прокомментировать, каким я вижу будущее Санкт-Петербурга с точки зрения развития науки. И я рассказал, основываясь, в том числе, на том, что мы делаем, какие могут быть интересные результаты в области фотоники. Этот короткий комментарий включили в программу выступления Александра Дмитриевича Беглова.

— А в чём состоит ваше исследование?

— Мы сейчас в рамках гранта РФФИ и гранта программы «Приоритет», которыми я руковожу, разрабатываем семейство оптических измерительных систем на основе оптической когерентной томографии, которая достаточно давно используется для медицинской диагностики, в первую очередь в офтальмологии.

Она позволяет неинвазивно получать изображения объёмных объектов. Для этого лучом либо перестраиваемого лазера, либо широкополосного источника объект освещается, и отражённые из объёма волны принимаются источником, и можно при помощи специальной обработки понять, на какой глубине эти волны были внутри образца рассеяны. То есть не вскрывая его, мы можем сказать о его внутренней структуре. И это хорошо для диагностики глазных заболеваний, сейчас переключились ещё на диагностику сердечно-сосудистых заболеваний и онкологии. В общем, метод много где применяется, а мы хотим границы его применимости немножко расширить и улучшить разрешающую пространственную способность, то есть минимальный размер неоднородностей, которые можно увидеть, до примерно единиц микрон, чтобы можно было проводить такой же неразрушающий контроль оптических элементов,

например, фотонных интегральных схем, оптических волокон, волоконно-оптических компонентов.

Это важно для развития фотоники в целом, потому что сейчас фотонные интегральные схемы после производства тестируют просто физически, подключая к ним все необходимые разъёмы. Это относительно долго, требует дополнительных материальных затрат, а если без непосредственного физического подключения можно схему просканировать и сказать, как она изготовлена — с дефектами или без дефектов, то это будет полезно. Мы видим явно и потенциально новые применения оптической когерентной томографии и поле для улучшений.



— С этой темой вы докторскую защищали?

— Докторская у меня была, по сути, продолжением и развитием того, что я делал в кандидатской. И это тоже применение оптических измерений, развитие возможностей оптических сенсорных систем. В самой докторской я рассматривал такие вопросы, как предельные точности и разрешающие способности одной разновидности волоконно-оптических датчиков, основанной на так называемой спектральной интерферометрии.

Принцип похож на оптическую когерентную томографию, но в качестве образца, в котором мы можем неразрушающе измерять его внутреннюю структуру, выступает

не биологический объект, а специальная волоконно-оптическая структура, то есть, например, несколько зеркал, расположенных друг за другом, которые под воздействием внешнего давления смещаются, расширяются под действием температуры, и таким образом можно измерить внешние температуру, давление, натяжение, показатели преломления. На Западе такие датчики уже даже активно применяются.

У нас пока несколько индустриальных партнёров, в Питере, например, «Электроприбор», в Перми — «Пермская научно-производственная приборостроительная компания», ещё ряд компаний поменьше, работают над конструкциями волоконных датчиков. Но мало внимания уделяется анализу, если есть датчик, конкретный лазер и фотоприёмник, то какую точность измерений мы можем получить?

И у меня в диссертации такие вопросы рассмотрены с разных сторон: и как можно алгоритмы обработки сигналов улучшить, чтобы больше информации от таких датчиков получить, и на какие точности можно выйти, и как эти точности можно ещё немножко улучшить с применением методов квантовой оптики. В общем, достаточно широкий, как и положено в докторской, спектр вопросов, в целом направленных на развитие волоконно-оптических датчиков, расширение их возможностей, расширение нашего понимания их возможностей.

— Научным руководителем был Леонид Борисович Лиюкумович, а кто оппонировал?

— Оппоненты — заведующий кафедрой лазерных измерительных и навигационных систем ЛЭТИ Юрий Владимирович Филатов, главный научный сотрудник Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники Станислав Михайлович Шандаров и заместитель директора по научной работе Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН Олег Владиславович Бутов. Оппоненты пишут сначала отзыв, они могут даже и не подключаться, но у меня двое были дистанционно. И ведущая организация — питерский АО "Концерн «ЦНИИ «Электроприбор». В общем, оценки у всех положительные.

— Насколько перспективна эта работа для применения?

— Оппоненты отметили, что с точки зрения науки всё интересно и на хорошем уровне сделано. С точки зрения применений, это индустриальным партнёрам виднее и интереснее. «Электроприбор» сейчас выполняет работу как раз по оптоволоконному датчику давления, и часть полученных результатов они используют для оценки этого датчика, какие точности от него можно ожидать, какие требования при изготовлении нужно выдвигать. Так что на практике тоже применимо.

— А почему вы решили докторскую защищать? Многие говорят, что это столько времени отнимает, бумаги там, надо сесть, собраться. Как у вас получилось сесть, собраться?

— Это не было самоцелью, я в докторантуру поступил отчасти под влиянием старших коллег, и тогда в самой докторантуре работал и параллельно с этим преподавал и занимался наукой. Но, наверное, просто я пришёл к выводу, что уже настал момент, и есть материал, который в виде статей был опубликован или находился в процессе опубликования, в том числе и то, что мы делали по разным грантам. Всё это объединялось в единую тему относительно точностных характеристик волоконно-оптических датчиков, и из этого вполне логично получалась докторская диссертация.

— Про научные эти публикации вы сказали, что их было довольно много?

— Ну да, разные журналы, в том числе довольно хорошие, первого квартиля, и оппоненты тоже это отмечали. Может быть, гонка с публикационными показателями — это не самое здоровое и правильное, что есть в научном мире, но, в общем, как говорится, если хочешь, чтобы тебя прочитали, то нужно писать в топовые журналы, потому что всё-таки цель науки в том, чтобы создавать знания и ими делиться, а поскольку число делящихся огромно и с каждым годом увеличивается, то нужно как-то конкурировать.

— Пробиться сложно? Вот, допустим, хотите вы опубликоваться в журнале, что вы делаете?

— Прежде всего, при подготовке статьи нужно чётко понимать, что вы этой статьёй хотите сказать. Понятно, что вначале всё равно проводится какое-то исследование, и потом уже смотрим на то, что получилось, что-то доделываем, прикидываем, в какой журнал это можно подать, потому что журналов много. Важно создать именно такую, как это сейчас часто говорят, целостную историю.

Во-первых, заинтересовать читателя тем, что мы тут сделали что-то такое, ого-го, и потом логично всё описать: что мы делали, для чего, как мы этого добились, что в итоге получилось, где это ещё можно применить. Получается не только чисто научное, но и в каком-то смысле немного художественное повествование, проиллюстрированное картинками, желательно красиво сделанными, в общем, всё для того, чтобы побудить людей прочитать статью и узнать из неё что-то новое.

— Ну вот написали вы всё это и отправляете. А в редакции уже принимают решение?

— Да, в подавляющем большинстве журналов организована система рецензирования, то есть к статье назначается редактор, ответственный за неё, он приглашает нескольких рецензентов, минимум двоих. Они читают рукопись, делают замечания. С первого раза в топовых журналах, как правило, не проходит. У меня были всего две статьи в журналах первого квартиля, которые приняли с первого раза и без замечаний, а обычно каждый рецензент выкатывает до десяти и даже больше замечаний, иногда

небольших, но могут быть и принципиальные. С ними можно либо согласиться и что-то доделать, либо аргументировать несогласие.

— Сколько времени может пройти от момента написания статьи до выхода?

— На самую быстро опубликованную статью у нас ушло где-то полтора месяца. На самую долгую — около года.

— А сколько всего статей вышло, вы не считали?

— Всего 60–70 статей. Из них журнальных где-то 40. Есть статьи именно в журналах, а есть статьи, которые публикуются по материалам конференций. И журнальные как раз рецензируются, их сложнее опубликовать, потому что в топовых изданиях более придирчивые редакторы и рецензенты.

И эта научная работа, просмотренная и в конечном итоге одобренная коллегами из той же области, имеет явно больший вес, чем материалы конференции, которые минимально члены программного комитета смотрят, поэтому конференционные материалы, конечно, меньше котируются.

— Это всё иностранные журналы?

— И наши тоже. В «Научно-технические ведомости» Политеха мы периодически что-то отправляем, в журнал «Письма в журнал технической физики» Физтех. В одном из ведущих российских журналов «Письма в журнал экспериментальной и теоретической физики» у меня интересная статья по докторской вышла про квантовую оптику применительно к интерференционным измерениям.

— А в иностранных каких?

— Applied Optics, то есть «Прикладная оптика», потом Journal of Lightwave Technology, он издаётся американским сообществом IEEE. Ещё IEEE Photonics Technology Letters. В этом году вышел совместный с китайскими коллегами обзор в Biomedical Optics Express. Это всё, в основном, американские журналы.

— Все учёные должны в совершенстве знать английский язык, чтобы писать научную статью?

— Не все, конечно, знают, но это сильно помогает. Кто-то обращается к переводчикам, есть такая практика. У меня с английским, в общем, достаточно неплохо, поэтому я, как правило, сам пишу.



— Кроме научной деятельности, вы ещё же преподаете? На полставки, четверть ставки?

— На целую ставку доцента.

— То есть у вас преподавательская нагрузка приличная?

— У меня сейчас пятеро аспирантов ещё. Это тоже считается учебной нагрузкой, и поэтому лекционных курсов у меня всего три, плюс практические занятия. Но работа с аспирантами тоже требует время. Когда-то им достаточно поставить задачу, и аспирант садится сам, чего-то корпит, придумывает, но периодически, конечно, приходит за советом, а если получает какой-то результат и начинает писать статью, то тоже приходит посоветоваться.

— А лекции сколько часов в неделю?

— В этом семестре у меня одна лекция в неделю, у двух групп, и одна лабораторная работа. В другом семестре два лекционных курса, но оба я читаю на русском языке русским студентам и китайским студентам на английском.

— Что за новая образовательная программа готовится по фотонике?

— Программа по направлению «Фотоника и оптоинформатика», сейчас мы оформляем по ней документацию для лицензирования. Она как раз отвечает на явно имеющийся сейчас запрос в новых специалистах в области фотоники. Наш Институт электроники и телекоммуникаций исторически вышел из радиофизического факультета, и эти

радиофизические традиции мы, конечно, продолжаем и в нашей деятельности в области фотоники.

На кафедре радиофизики мы занимались оптикой, и новую программу мы ориентируем на то, чтобы готовить инженеров и научных сотрудников, которые смогут развивать дальше это направление, разрабатывать измерительные устройства на основе фотоники и совершенствовать те же самые волоконно-оптические линии связи. Для этого нужно понимать, как распространяется свет, как его генерировать и детектировать, как потом обрабатывать результаты — сигнал на фотоприёмнике, который мы получаем, как из него извлечь нужную информацию.

А с другой стороны, понимать, какие материалы используются для изготовления тех же самых стёкол, лазеров, оптических волокон. То есть фотоника — это достаточно многогранная область, где в идеале образцовый специалист должен знать... Сложно конечно знать всё, но в общем стремиться надо к этому.

— Значит, вы поступали в радиофизический факультет. Почему вы именно Политех выбрали?

— В Политехе у меня родители работали, а мама и училась здесь же. Поэтому я про Политех больше всего знал. Когда я поступал, родители преподавали на радиофизическом факультете, на кафедре физики полупроводников.

— Как зовут ваших родителей?

— Радчук Наталья Борисовна и Ушаков Александр Юрьевич. Сейчас они уже не преподают.



— Какой след в памяти оставила студенческая жизнь?

— В студенчестве много было разных увлечений. Мы ходили на физкультуре в походы выходного дня, такие короткие выезды за город, где мы проходили разные маршруты в окрестностях Петербурга. Так я с женой познакомился, она училась на факультете иностранных языков. И ещё с тремя хорошими друзьями, с которыми тоже до сих пор дружим.

Ещё спортивным ориентированием занимался, ближе к концу студенчества увлёкся скалолазанием. Но вообще, помимо учёбы, на третьем курсе у нас началась научно-исследовательская работа, и меня она уже тогда привлекала, и ей я тоже занимался не только в университете, но и дома, поэтому, я думаю, многие учёные науку могут назвать немного и хобби.

— Собирали микросхемы?

— Ну да, я, кстати, в студенческие годы гитарный усилитель сам делал.

— Вы на гитаре играете? На электро?

— На электрической тоже играю.

— А на акустической какой у вас репертуар?

— Немножко из классики, Паганини. У него есть довольно известные 24 каприса,

исходно для скрипки написанные. Они как бы для скрипки и для гитары, и вот их на самом деле очень часто на гитаре тоже исполняют. Из более современного — блюз-рок, немножко джаз.

— А вы учились в музыкальной школе?

— Нет, не учился. По самоучителям осваивал, видеоурокам. На самом деле, это не только к гитаре и хобби относится, а и к науке тоже. Я пришёл к выводу, что очень большую часть того, что в жизни понадобится, приходится всё равно, несмотря на занятия и лекции, изучать самостоятельно.

— А скалолазанием вы тоже самостоятельно занимаетесь?

— На тренировки я ходил какое-то время, к нескольким тренерам на разных скалодромах. Ну, возможно, просто такая натура у меня, что сам тоже пытался анализировать, как там получается лучше, какие эффективнее движения.



— Это именно скалолазание, а не альпинизм?

— Да, часто именно так смешивают эти понятия, но альпинизм — это именно восхождения в горах, где нужно преодолевать большие высоты, а скалолазание больше про технику движений, там не очень высокие скалы, это даже отдельная разновидность скалолазания, так называемый бoulderинг — лазание по камням валунам размером четыре-пять метров, где без веревки, совсем хонкой при помощи гимнастического мата, проходишь максимально сложные, но не очень длинные маршруты.

— Там в основном пальцами цепляются?

— Опять же, один из стереотипов — это то, что скалолазание задействует руки в первую очередь. Но без правильной постановки ног и без общей координации оно не получается; то есть важно именно правильно расположиться на стене, не параллельно камню, а под углом, в общем выбрать и за что зацепиться, и как зацепиться.

— У вас есть любимые писатели?

— В последнее время я как-то меньше, к сожалению, читаю художественную литературу. Предпочитаю мемуары, например сейчас читаю Бориса Чертока, это один из разработчиков советской ракетной техники, у него четырёхтомник называется «Ракеты и люди». Очень интересно посмотреть, как люди тогда решали бытовые вопросы, научно-технические, вопросы взаимодействия между разными коллективами,

много там было, конечно, устроено по уму.



— А чему вы у студентов учитесь?

— Действительно, процесс обучения двухсторонний. Мне кажется, у нынешних поколений можно поучиться отношению к жизни. Они, с одной стороны, конечно, не отягощены грузом научных и житейских проблем, пытаются найти себя. И к тому, что мы им преподаём, относятся не только с точки зрения того, что надо получать хорошие оценки, но и с точки зрения пользы для будущего, для работы и для формирования личности.

— Деловой подход?

— Может быть, отчасти деловой, но отчасти он нацелен на максимальную концентрацию, поскольку всё успеть невозможно. В XIX веке можно было позволить себе действительно быть специалистом широчайшего профиля, там одновременно люди были и выдающимися оптиками, и механиками, и математиками, и ещё играли на музыкальных инструментах чуть ли не профессионально.

Сейчас всё-таки для того, чтобы быть специалистом, нужно сфокусироваться в какой-то своей области. А поиск своей области идёт сложно, потому что, не попробовав всего, не поймёшь, что же тебе будет дальше интересно, а с другой стороны, невозможно попробовать всё. Но мне кажется, как-то у нынешнего поколения это

получается. В общем, надеюсь, что я тоже им немножко помогаю, пытаюсь в преподаваемых курсах не просто показать, что есть теория, есть формулы, есть разные эксперименты, но и обрисовать перспективу, где это применяется или будет применяться, может быть, даже не сейчас, а через 10 лет.

— Я поняла, да. Не просто учёба, а учёба со смыслом.