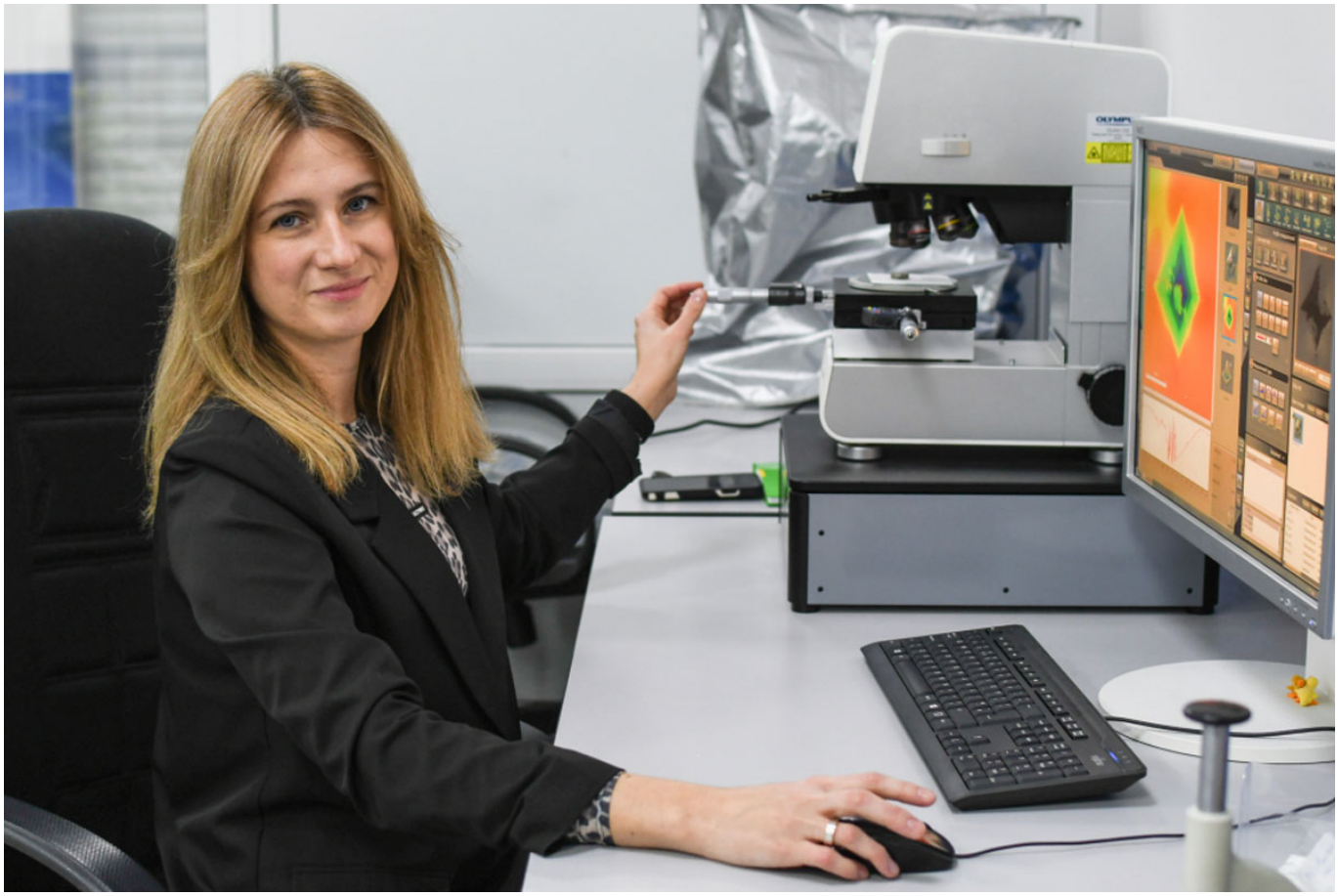
Женщины в науке: материаловедение, аддитивные технологии и химия нефти

07.03.2024

Об исследовательницах, принадлежащих к самым разным научным направлениям, в Томском научном центре СО РАН каждый год готовят материалы, приуроченные к Международному женскому дню. По традиции, «Наука в Сибири» продолжает знакомить читателей с представительницами томской академической науки.



Ольга Новицкая

Его Величество монокристалл

Младший научный сотрудник лаборатории физики упрочнения поверхности Института физики прочности и материаловедения СО РАН кандидат физико-математических наук **Ольга Сергеевна Новицкая** — выпускница геолого-географического факультета Томского государственного университета. Одной из основных дисциплин, которую осваивали будущие геохимики, была кристаллография — наука о строении веществ. И, как окажется потом, эти знания очень пригодятся, когда начнётся совершенно новый жизненный этап, связанный с научной работой в области материаловедения.

Окончив университет, Ольга Новицкая поработала и на месторождении, и в научном учреждении геологического профиля. После декретного отпуска — поворот в карьере, смена направления деятельности, от геологии к материаловедению: поступление в аспирантуру

ИФПМ СО РАН, защита кандидатской диссертации в 2023 году. Сложно, но очень интересно — так можно охарактеризовать этот жизненный этап, ведь исследовательнице предстояло освоить новую для себя отрасль научного знания.

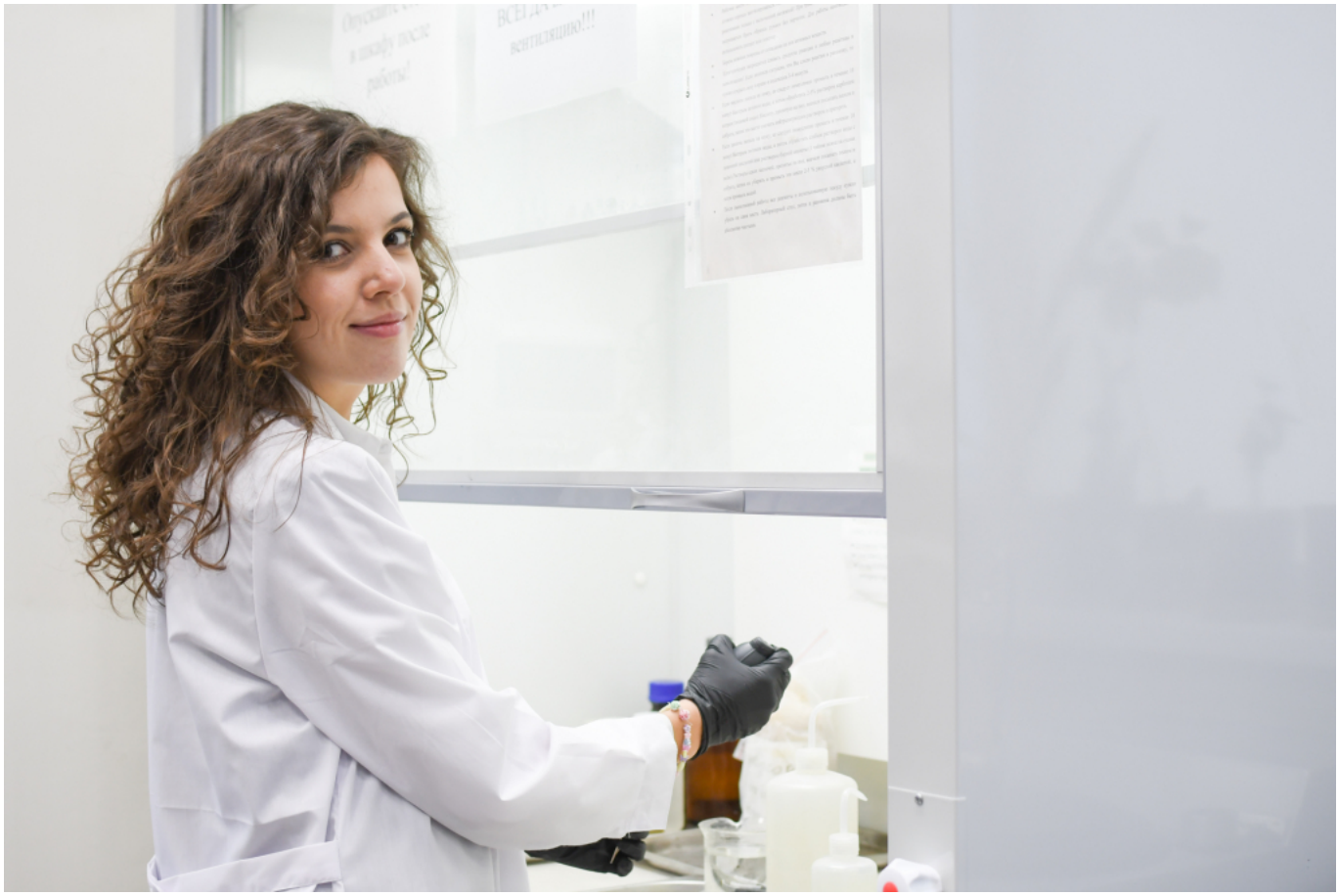
«Я работаю в рамках трибологии — научного направления, изучающего процессы трения: нас окружают разные механизмы, машины, узлы которых постоянно его испытывают. Сейчас перед промышленностью и экономикой стоит много новых вызовов. Необходимы новые материалы и оборудование, способные работать в экстремальных условиях. Поэтому очень актуальны исследования, позволяющие понять, что же происходит на разных уровнях материалов во время этих процессов», — рассказывает Ольга Новицкая.

Одним из самых востребованных видов высокомарганцевых сталей является сталь Гадфильда, обладающая рядом уникальных свойств: износостойкостью, прочностью и способностью к деформационному упрочнению. Хотя она и была изобретена еще в конце XIX века английским металлургом Робертом Гадфильдом, до сих пор остается просто незаменимым материалом для изготовления деталей и механизмов, работающих на износ и удар одновременно — например, ковшей экскаваторов, крестовин на железнодорожных путях, поэтому ученым так важно понимать природу и закономерности самого процесса трения. Изучать его очень сложно, потому что на зону трения оказывает влияние множество различных факторов: интенсивное тепловыделение в пятнах контакта, образование и отделение частиц износа, фрагментация поверхностного и приповерхностного слоев и многое другое. Однако учёные смогли найти способ исследовать трение в его чистом виде, избавившись от всевозможных помех.

Помощником и одновременно главным объектом фундаментальных работ стали монокристаллы — обособленные модельные объекты, которым можно задать определённый механизм деформации и управлять им.

«Мы установили циклический характер изменения трения и износа для большинства исследованных ориентаций монокристаллов. Процесс трения заключается в последовательных стадиях упрочнения и разрушения материала, повторяющихся неоднократно», — поясняет Ольга Новицкая.

Полученные результаты не только рассказывают о природе трения, но и помогают прогнозировать поведение поликристаллических материалов. В планах исследовательницы — изучить кристаллографические особенности еще нескольких видов стали. Кроме того, Ольга Новицкая вернулась в alma mater уже в качестве преподавателя и сейчас она ведёт дисциплину «Физические методы исследования вещества» на геолого-географическом факультете ТГУ.



Ксения Осипович

Как лучше напечатать композит

Кандидат физико-математических наук **Ксения Сергеевна Осипович** — младший научный сотрудник лаборатории локальной металлургии в аддитивных технологиях Института физики прочности и материаловедения СО РАН. Благодаря её исследованиям удалось электронно-лучевым аддитивным способом получить полиметаллы с различной границей между используемыми материалами и композиты разной структуры.

Еще будучи студенткой ТГУ, Ксения работала в лаборатории физики высокопрочных кристаллов Сибирского физико-технического института имени академика В. Д. Кузнецова, но продолжать обучение в аспирантуре не планировала. Её мнение изменилось, когда друзья стали вдохновенно рассказывать об институтской аспирантуре, тех возможностях, которые здесь есть у молодых ученых — участвовать в различных проектах, публиковаться в высокорейтинговых научных журналах.

«Аддитивные технологии, 3D-печать находятся сейчас на пике развития, и Институт физики прочности и материаловедения СО РАН входит в мировой топ-10 организаций, ведущих исследования по этой тематике. Когда я впервые увидела, как происходит печать изделий сложной геометрии, как красиво под микроскопом выглядит структура полиметалла из меди и стали, мне захотелось связать свою научную работу с этим востребованным направлением. Заниматься экспериментальной наукой, создавать новые материалы, которые нельзя было получить раньше, это очень увлекательно», — делится Ксения Сергеевна.

Некоторые сложные изделия для медицины, энергетики, аэрокосмической и автомобильной промышленности (такие, как шар-баллон или сопло) трудно получить с помощью

традиционных методов, например сварки. Сложность заключается в том, что материалы, обладают разными физическими, химическими и тепловыми свойствами. Проектирование и создание деталей и элементов конструкций, имеющих переменный структурно-фазовый состав и обеспечивающих градиенты свойств в объеме, возможно путем применения современных электронно-лучевых аддитивных технологий. Чтобы разнородные материалы образовывали прочное соединение, необходимо изучение структуры и свойств композиционных материалов. Для этого специалистам необходимо в первую очередь досконально понять все параметры такого процесса и возможности каждого из компонентов.

В аспирантуре, подготавливая кандидатскую диссертацию, исследовательница работала с такими материалами, как медь и сталь. Подобно тому, как кулинары ищут оригинальные сочетания вкусов, материаловеды готовят своё «блюдо высокой кухни» — композитные материалы с разной структурой, с резкой или, наоборот, плавной границей перехода от одного компонента к другому. Композиты получают с помощью электронно-лучевых аддитивных технологий путём подачи одновременно двух проволок из разных материалов, и здесь очень важен конечный результат — сложное изделие с определённым дизайном их структуры.

Как поясняет Ксения Осипович, разный дизайн структуры связан с особенностью применения того или иного композита: например, если необходимо создать материал для теплоотведения, то для этих целей лучше подойдет резко выраженный переход от меди к железу. Если же требуется целый набор свойств — нужно применить градиентную границу или же создать композит с различным содержанием разнородных материалов.

Свои исследования ученая проводила в рамках реализации нескольких грантов Российского фонда фундаментальных исследований и Российского научного фонда. Полученные результаты — основа для разработки технологии создания неразъёмных соединений для производства различных изделий, например короткозамкнутых роторов для АО «Силовые машины» (Санкт-Петербург), изготовленных в ИФПМ СО РАН. Исследования будут продолжены и на других материалах.

Галина Певнева

Полвека с химией

Вот уже 50 лет жизнь заведующей лабораторией углеводородов и высокомолекулярных соединений нефти Института химии нефти СО РАН доцента, кандидата химических наук **Галины Сергеевны Певневой** неразрывно связана с наукой и родным институтом. Сейчас она возглавляет активно развивающийся научный коллектив, цель которого — найти ключик к капризному тяжёлому углеводородному сырью.

На свете нет ничего более вдохновляющего, чем пример талантливого, увлечённого педагога. Именно такой учитель химии вёл уроки в классе Галины Певневой, поэтому после окончания школы она решила отправиться в Томск, где к тому времени уже учился ее старший брат. Будущая исследовательница поступила на химико-технологический факультет Томского политехнического института, а в 1973 году вместе с несколькими сокурсниками получила распределение в недавно открывшийся академический институт — Институт химии нефти СО АН СССР.

«Тогда ещё не было понимания, чем нам предстоит заниматься. Первые год-два мы были стажёрами-исследователями, которым нужно постичь химию в реальности и найти в ней своё место. Совершать первые самостоятельные шаги в любом деле — это очень ответственно, ведь рядом нет преподавателя, необходимо самой методически верно проводить эксперименты, анализировать полученные результаты», — вспоминает Галина Сергеевна.

По ее словам, время было очень интересное: в институте на глазах формировались научные лаборатории, которые возглавляли молодые амбициозные руководители. Она попала в лабораторию, где занимались исследованием порфиринов, руководил коллективом **Владислав**

Иванович Титов. Первые годы в институте стали мощной профессиональной школой, периодом накопления знаний.

Затем исследовательница пришла в лабораторию углеводородов и высокомолекулярных соединений нефти. Как поясняет Галина Певнева, начинали с исследований составов углеводородов в различных нефтях: учёным было важно обнаружить различные геохимические закономерности путем сопоставления составов углеводородов в нефтях.

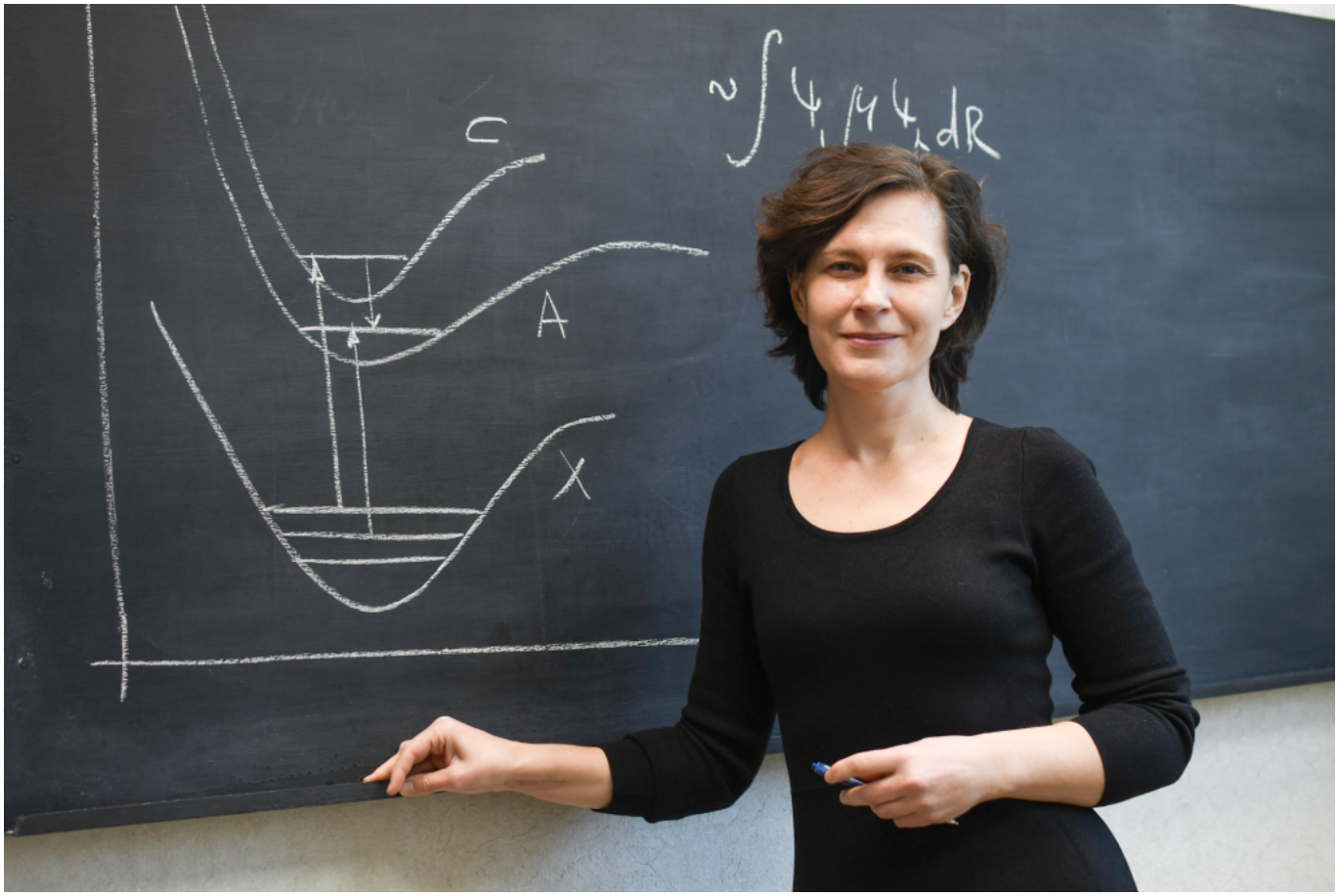
Наука всегда должна работать на опережение: время лёгких и средних нефтей рано или поздно должно закончиться, и тогда промышленности придётся иметь дело с тяжёлыми нефтями, а также природными битумами и горючими сланцами. Это ставит перед специалистами целый ряд сложных задач: необходимо увеличить глубину переработки тяжёлых нефтей (процент остаточных фракций пока очень высок — от 50 до 70), найти способы облагораживания такого углеводородного сырья путём избавления от нежелательных смолисто-асфальтеновых соединений, а также найти эффективные способы термических превращений для увеличения выхода ценных дистиллятных фракций — основы нефтепродуктов.

Когда Галина Сергеевна стала руководителем лаборатории, для неё было очень важно сохранить слаженный коллектив, продолжать и развивать исследования. *«Сейчас особенную актуальность получила разработка отечественных катализаторов для нефтеперерабатывающей промышленности»*, — говорит она. Также лаборатория на постоянной основе проводит анализ проб нефтей, бензинов, дизельных топлив, масел, газа с целью определения их составов и физико-химических свойств в интересах 20 организаций, работающих на территории Томской области.

Все эти годы Галина Певнева ведет фундаментальные исследования, и коротко охарактеризовать их суть можно следующим образом: победить кокс, который является persona non grata в термической переработке нефтяных остатков. Дело в том, что одной из самых серьёзных проблем, возникающей в этом процессе, является образование твёрдых коксоподобных продуктов. Их отложение на стенках технологического оборудования приводит к его порче и экономическим потерям.

«Нефть — это сложная многосоставная система, поэтому невозможно сразу определить, какой именно из её компонентов (насыщенных и ароматических углеводородов, смол и асфальтенов) запускает процесс коксообразования. Чтобы оценить возможный вклад каждого из них, необходимо изучение превращений каждой составляющей в отдельности, без влияния остальных», — поясняет исследовательница.

Накопление результатов фундаментальных исследований позволяет получить важные знания о составе нефтепродуктов, влиянии на него различных компонентов, что, в свою очередь, становится необходимым фундаментом в создании столь нужных для отечественной нефтедобывающей промышленности технологий получения ценных продуктов высокого качества.



Софья Ямпольская

С физикой жизнь не бывает скучной

Научный сотрудник лаборатории газовых лазеров Института сильноточной электроники СО РАН кандидат физико-математических наук **Софья Александровна Ямпольская** уже более 20 лет с помощью методов компьютерного моделирования занимается расчётами, которые позволяют объяснить многие процессы, связанные с работой различных видов лазеров, а также предложить идеи, открывающие качественно новые возможности таких систем.

Софья Ямпольская родилась в Новокузнецке, жизнь её родителей была тесно связана с физикой, поэтому, казалось, выбор будущей профессии был предопределён. *«В детстве они часто брали меня с собой на работу, в педагогический институт. У папы — это всегда запах машинного масла и свежей металлической стружки, мама была профессором и читала лекции по теоретической физике: я с большим интересом смотрела, как она пишет на доске, а затем спрашивала, что это такое. Мама отвечала: это описание природы. В школе мне очень легко давались физика и математика, поэтому сразу было решено поступать на физический факультет Томского государственного университета»*, — рассказывает Софья Александровна.

На третьем курсе нужно было определиться с будущей специализацией, и она выбрала физику плазмы, потому что в то время её очень интересовали звёзды и космос, а ещё манили большие установки. *«Думая о будущем, представляла, как буду работать с ними, делая что-то руками. Поэтому была несколько удивлена, когда получила предложение, связанное с численным моделированием газовых лазеров. Однако научный руководитель заверил, что это направление меня не разочарует, и он был прав: это очень интересно»*, — отмечает Софья Ямпольская.

Работа теоретиков необходима для того, чтобы исследовать происходящие в лазере процессы. Методы численного моделирования позволяют изучать как создание плазмы для накачки газовых лазеров, так и процессы взаимодействия излучения с веществом. Численное моделирование и эксперимент неразрывно связаны между собой. Чтобы объяснить какое-либо явление (а на работу газовых лазеров влияет множество различных внешних факторов), теоретикам необходимо создать ту или иную модель, но в то же время каждый их результат обязательно должен получить экспериментальное подтверждение.

Значительный этап жизни Софьи Ямпольской связан с моделированием уже действующих газовых лазеров. Научный коллектив, работающий в ИСЭ СО РАН по этому направлению, традиционно считается одним из сильнейших.

«Физическая наука сейчас развивается с такой скоростью, что невозможно всю жизнь заниматься одной темой, постоянно появляются новые идеи, которые быстро воплощаются в реальности. Поэтому необходимо каждые два или три года приступать к совершенно новой теме и не бояться этого», — комментирует исследовательница.

Сейчас С. А. Ямпольская участвует в работах сразу по нескольким направлениям. Она моделирует возможность обнаружения в атмосфере молекул различных веществ с помощью лазерного излучения и спектроскопических методов. Другую очень интересную тему можно охарактеризовать, как «невозможное возможно»: ученые «сдвинули» рабочую длину волны лазерного излучения эксимерного KrF лазера. Софья Александровна поясняет: долгое время считалось, что лазерная генерация в эксимерных лазерах происходит только с основного состояния верхнего лазерного уровня. Однако результаты экспериментов показали обратное — было получено усиление лазерного излучения на коротковолновой границе спектра KrF молекулы, которое соответствует индуцированным переходам с колебательно-возбужденных состояний. Созданная Софьей Ямпольской модель позволила объяснить причины такого явления.

Проведённые расчёты показали: поскольку рождение самих эксимерных молекул происходит на высоких колебательных уровнях, а уже потом за счёт столкновений они падают на основной, то если взять достаточно короткий импульс накачки, можно организовать такие специальные режимы, когда возбуждённые эксимерные молекулы просто не успеют упасть вниз и будут участвовать в создании излучения. Таким образом, управление параметрами электрической схемы возбуждения позволит «дирижировать» лазерным излучением.

Два других направления исследований связаны с моделированием возможности создания лазеров, действующих на разных принципах накачки, а также изучением проблем усиления мощных фемтосекундных импульсов.

«Я очень благодарна своему учителю Юрию Ивановичу Бычкову. Он был из поколения той научной школы, которую отличала особая скрупулезность, желание досконально разобраться в причинах и следствиях. Постаралась перенять этот подход. Наставники вкладывают в нас очень многое, порой в годы юности сложно это оценить, поэтому я говорю и студентам, которые приходят к нам в институт, и своим детям: старайтесь взять все те знания и опыт, что вам дают и предлагают!», — говорит Софья Александровна.

Она добавляет, что для неё как исследователя очень ценно работать в коллективе лаборатории газовых лазеров, где люди горят наукой, увлечены новыми идеями и проектами, ведь современные лазерные технологии активно развиваются, появляются новые виды лазеров и их применений, а значит, фронт работ для учёных огромный.

Текст: Ольга Булгакова, ТНЦ СО РАН.
Источник: «Наука в Сибири».