



05 октября 2023 г.

Пресс-релиз

Сергей Микерин: «Всякий достоверный результат – это результат, полученный в атмосфере постоянного поиска пути»

Рубрика: Институт в лицах

[Лаборатория физики лазеров Института автоматки и электрометрии СО РАН](#) занимается изучением вопросов об особенностях возникновения лазерного излучения и его взаимодействия с веществом, отклика на лазерное воздействие, что позволяет характеризовать среду либо использовать эти эффекты в различных приложениях. В лаборатории физики лазеров было открыто явление светоиндуцированного дрейфа; исследовались генерация излучения наночастицами, называемых спазерами, и сверхбыстрые отклики наноструктурированных сред, в частности самоупорядоченные молекулярные J-агрегаты; были заложены научные основы методов и создано экспериментальное оборудование для распознавания особенностей в составе газовой смеси, что в свою очередь позволило анализировать выдыхаемый человеком воздух, в частности выявлять наличие различных заболеваний.

Об истории создания лаборатории и её текущем состоянии мы поговорили с заведующим лабораторией Сергеем Львовичем Микериным.

— Когда образовалась лаборатория физики лазеров?

История лаборатории физики лазеров берёт своё начало от [Сергея Глебовича Раутиана](#), который занимался формированием физического и оптического направлений в новосибирском Академгородке. Проработав сначала в других институтах Сибирского Отделения, в 1977 году он перешёл в Институт автоматки и электрометрии СО РАН, стал заместителем директора по научной работе и возглавил лабораторию.



В те годы лаборатория была большая и собирала несколько групп из разных Институты. Сам Сергей Глебович был учеником Григория Самуиловича Ландсберга, профессора МГУ и яркого представителя школы Леонида Исааковича Мандельштама. Отмечу, что, отдавая дань зачинателю нашей научной школы, в этом году в НГУ была создана аудитория имени Раутиана, приуроченная к дате 95-летия со дня его рождения.

— Чем раньше занималась лаборатория физики лазеров?

Лаборатория занималась физическими процессами в лазерах, нелинейной спектроскопией газовых сред, в целом – это вопросы об особенностях взаимодействия лазерного излучения с веществами.

В научной школе С. Г. Раутиана ведущим смыслом деятельности были физические явления как таковые, что относят к фундаментальной науке, но всегда все теоретические исследования были



**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт автоматизации и электрометрии
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИАиЭ СО РАН)**

предельно близко связаны с физическим экспериментом, что отражалось на понимании практического значения экспериментальных исследований и их результатов.

Под ведущие идеи собирались группы, которые ставили эксперименты, разрабатывали научные теории явлений, создавали оборудование для исследований и для применения результатов на практике.

Очень продуктивными были исследования оптических и механических эффектов, которые возникают в газовой смеси, где один из компонентов избирательно взаимодействует с излучением, а источника излучения два, а также с разными частотами и мощностью. Можно изменять частоты излучений, выбирать их ближе или дальше к резонансу со средой, брать разные соотношения между мощностями – все это порождает круг явлений, изучаемых нелинейной спектроскопией. Это направление развивалось в группе [А. М. Шалагина](#), в последствии из этого вышла отдельная ныне существующая лаборатория.

Был цикл исследований под руководством С. Г. Раутиана, А. М. Шалагина и Г. И. Смирнова по применению эффектов нелинейной спектроскопии для создания гравитационных антенн, задолго до разработки современных реализованных лазерных интерферометров типа VIRGO, LIGO и др.

Важным направлением определились исследования нелинейных оптических явлений в искусственных материалах на основе объектов нанометрового размера. М. И. Штокманом среди передовых исследователей в мире были начаты исследования фото процессов в кластерах металлических частиц, где выявлены гигантские нелинейности, связанные с коллективными колебаниями электронов, которые называют плазмонными. Эту тему развивала группа В. П. Сафонова, изучая нелинейные спектральные и другие эффекты, возникающие из-за гигантского увеличения электрического поля вокруг фрактальных кластеров наночастиц серебра. В последствии А. И. Плехановым с сотрудниками исследовались также наноструктурированные материалы на основе органических молекулярных комплексов с нелинейно-оптическим откликом различной природы.

Две группы в лаборатории занимались поисковыми исследованиями с целью расширения спектрального диапазона лазерных источников, повышения мощности излучения и устойчивости генерации лазеров (как газовых, так и твердотельных), поиска новых режимов генерации, дающих лучшую управляемость характеристик импульсного излучения.

Можно вспомнить работы группы Г. И. Смирнова по применению оптических методов для измерения параметров молока. Был разработан макет для измерения жирности молока, который выделялся среди существовавших тогда (около 45 лет назад) тем, что сохранял точность без калибровки как очень долгое время, так и для различных групп животных, молоко которых имеет заметные вариации в составе. Участники этой работы были удостоены Госпремии. Думаю, что разработанный тогда метод представляет интерес и сегодня.

— Насколько сильно изменилось направление лаборатории с момента её появления?

В целом, можно сказать, что основная тематика продолжается и сегодня – исследование оптических и нелинейно-оптических откликов веществ и материалов, представляющих интерес для различных применений.

В коллективе три группы, объединённых рамками общих оптических и нелинейно-оптических явлений в материалах: исследование нелинейно-оптических свойств новых перспективных материалов и их применений, твердотельные лазеры с нелинейно-оптическим преобразованием частот, а также газовый анализ оптическими методами для задач экологии, промышленности, биологии и медицины.



— Какие разработки за всё время существования лаборатории можно отнести к наиболее значимым?

В отношении критериев значимости замечу, что С. Г. Раутиан вёл работы в лаборатории из необходимости изучения явлений в свете первичных принципов. Эти работы внесли значимый вклад в построение теоретического описания газокинетических и нелинейных спектроскопических явлений при воздействии оптического излучения. Часто значимость научных результатов для практических применений становится видна позже.

Так, например, в группе А. М. Шалагина теоретически было открыто явление светоиндуцированного дрейфа, то есть движения под управлением лазерного излучения одного газа, например паров металла, сквозь другой газ. Позже это необычное и красивое явление было продемонстрировано экспериментально С. Н. Атутовым с соавторами. Был открыт и изучен ряд новых газокинетических явлений, построена общая теория. Она дала, в частности, новые возможности для объяснения состава внешних слоёв некоторых типов звёзд, изотопных составов планет. Практическое значение результаты получили в атомной промышленности и в изотопной фармацевтике.

Интересно отметить: та особенность открытых явлений, что лазерное воздействие передается не через силы со стороны излучения, а как бы через информационную метку, присоединяет их к группе подобных явлений, изредка находимых, например, в молекулярных механизмах живых клеток и бактерий. Поэтому представляется, что полная значимость полученных результатов ещё не до конца раскрыта. Они могут представлять интерес для вопросов физических основ науки о жизни, а также в исследованиях связи информации и энергии.

Развитие теории нелинейной спектроскопии привело к открытию нелинейных резонансов высших порядков и разработке методов их выделения. Эти высшие порядки позволили получить более острые резонансные пики и дают перспективны для усовершенствования специальных лазеров – стандартов частоты, без которых сегодня не работают, например, системы позиционирования типа ГЛОНАСС. А применение построенной теории для атомов, движущихся в поле тяжести, позволило предложить новый тип гравитационных антенн.

Экспериментально обнаруженные явления, такие как нелинейный резонанс в метане для излучения с круговой поляризацией и резонансы в смеси изотопов неона, могут рассматриваться как задел на будущее в этой области науки, так как пока не нашли достоверного объяснения.

Группой А. И. Плеханова в нашей лаборатории были проведены ключевые экспериментальные исследования в обоснование предложенной в лаборатории А. М. Шалагина двухуровневой схемы генерации лазеров на парах щелочных металлов – перспективной среде для создания мощных лазеров непрерывного действия с накачкой полупроводниковыми лазерными диодами.

В ходе исследований в области нелинейной оптики группой М. И. Штокмана были предложены и разработаны методы фоторазрезания молекул ДНК на фрагменты и управления диффузией этих фрагментов в жидкой среде с помощью лазерного излучения. Последний – своеобразный прототип лазерного пинцета, идея которого в последние годы набирает интерес для практики, в частности для биомедицинских приложений. Методы Штокмана и сегодня являются альтернативой существующим для чтения генетической информации через секвенирование.

В нашей лаборатории группой А. И. Плеханова были успешно воспроизведены и исследованы когерентные излучатели нового типа – спазеры, плазмонные аналоги лазера. Концепция спазера, сам термин SPASER (Surface Plasmon amplification by Stimulated Emission of Radiation) были выдвинуты и теоретически обоснованы М. И. Штокманом с соавтором. В совместной работе нашей лаборатории с коллективами российских и американских учёных и медиков была



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт автоматизации и электрометрии
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИАиЭ СО РАН)

продемонстрирована возможность применять спазеры для обнаружения и уничтожения раковых клеток у животных. Результаты открывают возможность для продвижения тераностики рака и [опубликованы](#) в 2017 г. в престижном научном журнале группы Nature. Термин «тераностика» обозначает двусторонний подход к лечению, в котором происходит и ранняя диагностика, и терапия.

В группе твердотельных лазеров К. Г. Фолина был разработан метод генерации лазерных импульсов гладкой формы. При определяющем участии К. П. Комарова была разработана теория формирования квазистационарной генерации сверхкоротких лазерных импульсов. В результате впервые стало возможным достижение этого режима в твердотельных лазерах с импульсной ламповой накачкой и создание генераторов сверхкоротких лазерных импульсов, параметры которых точно воспроизводятся. Создаваемые лазеры были востребованы, например, как инструменты для научных исследований во Всероссийском НИИ экспериментальной физики в г. Саров, в Институте оптики атмосферы в г. Томск. Также были предложены методы компенсации влияния термических искажений излучения мощных твердотельных лазеров, которые позволили повысить импульсную энергию и КПД генерации.

В группе В. И. Донины были разработаны специальные катоды для стабильной работы мощных ионных лазеров и новый метод управления импульсной генерацией твердотельных лазеров, при котором достигается смешанный режим гигантских импульсов и синхронизации мод и повышается энергия коротких импульсов.

Сотрудником лаборатории С. Н. Атутовым было предложено использовать газовый разряд в воздухе и его свечение в видимом диапазоне спектра, чтобы найти отклик малых примесей. Подход существенно упростил экспериментальную установку и анализ из-за практически отсутствующего в видимом диапазоне паразитного влияния паров воды. И было установлено, что ряд примесей, в том числе летучие органические соединения, даёт достаточно сильный отклик. Подход Атутова дал физические основы для создания относительно простых в устройстве сенсоров для распознавания особенностей в составе газовой смеси. В свою очередь это позволило анализировать выдох человека и, в частности, выявлять корреляции с наличием различных заболеваний. Подобные сенсоры представляют также интерес и в промышленности, добыче газа и нефти, экологии.

— Что из себя представляет лаборатория сегодня?



Пример полимерной плёнки на подложке для изучения нелинейно-оптического отклика

Лаборатория занимается исследованием нелинейно-оптических материалов, лазерных систем на основе нелинейно-оптических материалов, сенсорами на основе газового разряда и наноструктурированных материалов.

В коллективе пятнадцать человек: десять научных сотрудников и пять инженеров. Это специалисты широкого профиля, которые стараются принимать участие в обсуждении научных вопросов, участвуют в лабораторных семинарах. Мы ищем пути для развития творческой атмосферы, которая важна для успеха работы. У нас сегодня в лаборатории есть ещё четыре студента, магистрант и аспирант.



**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт автоматизации и электрометрии
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИАиЭ СО РАН)**

— Как вы пришли работать в ИАиЭ СО РАН? Задумывались ли о том, что будете руководить лабораторией?

Мой путь, можно сказать, стандартный. Учился в НГУ и выбирал между кафедрами физики элементарных частиц в ИЯФ и квантовой оптики, которая базируется в ИАиЭ СО РАН. Выбор был тяжёлый, но я предпочёл второе, а затем стал заниматься твердотельными лазерами и защитил кандидатскую диссертацию в нашем Институте. Честно говоря, никогда не задумывался о том, чтобы руководить лабораторией, но в силу обстоятельств стал исполнять эти обязанности.

— Как привлекаете молодые кадры? Остаются ли они работать в Институте?

Привлекаем студентов доступными нам средствами: участвуем в экскурсиях различных ВУЗов и их кафедр, рассказываем о наших работах, приглашаем выполнить у нас курсовые проекты по тематикам различных практикумов.

В плане практики и получения квалификации студентов мы стремимся выстраивать взаимовыгодные задачи. Практика в научном институте – это работа с научными сотрудниками. Молодые люди в процессе могут видеть новые для себя подходы моделировать картину мира – это по сути то, чем занимаются научные сотрудники. В случае выбора научного пути полученные представления и подходы – это обязательная необходимость. В случае выбора другого пути – это весьма ценный багаж. Понимание свойств материалов и базовых принципов их взаимодействия будет полезно в повседневной жизни. В любом случае, формируются определённые достаточно сильные логические связи, что очень важно для развития критического мышления.

— Где лаборатория находит заказчиков?

Следуя академической традиции, мы считаем, что во главу своего устремления следует поставить поиск новых знаний, исследование принципов в основе свойств материалов и веществ. В этом смысле наш основной заказчик – Министерство образования и науки РФ.

Найти партнёров по вопросам практических применений – это тоже важная задача. В нашей практике срабатывали всегда какие-то личные контакты.

Есть попытка в Институте централизовать такую работу, такая работа должна быть. Не редки запросы со стороны заводов, других участников реального сектора экономики. Далеко не всегда такие запросы совпадают с нашими компетенциями.

По возможности используем опыт участия в различных выставках, мероприятиях с участием бизнеса. Так, например, участвовали пару раз в «Технопроме». Один раз – в секции «Городская среда», где рассказывали о нашем сенсоре аммиака. В результате общения стало видно, что людям важно, в каких направлениях реальные разработки идут, и, в целом, участие в форуме было полезным.

— В каких высокорейтинговых журналах можно найти ваши публикации?

В российских престижных журналах в области физики, таких как ЖЭТФ, Квантовая электроника, Оптика и спектроскопия.

В зарубежных высокорейтинговых изданиях совместно с коллегами, в том числе из соседних лабораторий, есть публикации в Nature communications, Dyes and Pigments, Precision Engineering, Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, Nanomaterials.



**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт автоматизации и электрометрии
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИАиЭ СО РАН)**

— Ваша лаборатория -- какая она?

Можно сказать, наша лаборатория – придирчивая. Это относится к вопросам теории и эксперимента, потому что без критического отношения не получается достигнуть достоверного результата, а всякий достоверный результат – это результат, полученный в атмосфере постоянного поиска пути.

Пресс-служба ИАиЭ СО РАН

Пресс-релиз на сайте ИАиЭ СО РАН:

https://www.iae.nsk.su/images/stories/0_News/2023/Press-release_IAE_231005-Interview_Mikerin-SL.pdf