



### ПЕРШИН СЕРГЕЙ МИХАЙЛОВИЧ

Я родился в семье шофера в 1949 году на Южном Урале в г. Ишимбае Башкирской АССР. В 1966г. окончил среднюю школу с серебряной медалью. Спасибо нашим учителям. В период школьных выпускных экзаменов, 2 июня, трагически погиб отец, ветеран Финской и Великой Отечественной войны, который хотел, чтобы я учился в МГУ. Я поступил на физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, преодолев высокий конкурс из-за двойного выпуска 10-х и 11-х классов в 1966г. На 3-м курсе выбрал лазерную физику и нелинейную оптику, как научное направление на кафедре «Волновые процессы» академика Р.В. Хохлова, где в 1972 г. продолжил обучение в аспирантуре под руководством профессора С.А. Ахманова и А.И. Ковригина. После аспирантуры был принят на кафедру «Общей физики и волновых процессов» проф. С.А.Ахманова физического факультета МГУ в должности младшего научного сотрудника, где в 1978 г. защитил кандидатскую диссертацию по теме «Оптические параметрические системы с большим усилением и их применение». Затем в 1998 г. защитил докторскую диссертацию на Учёном совете в НИИЯФ МГУ.

Свой, более чем полувековой, стаж в науке открыл лаборантом в 1970 г., ещё будучи студентом 4-го курса, на кафедре Р.В. Хохлова. Первая статья опубликована в Письмах ЖЭТФ 1972г., в соавторстве с С.А. Ахмановым и др. сотрудниками лаборатории, об уникальном ВКР-лазере на жидком азоте с накачкой, впервые, без фокусировки пучка и скачком стока до  $10^7$ , из-за индуцированной распределённой обратной связи. Тема ВКР-лазеров оставалась в области моих научных интересов. Так недавно, (Optics Letters, **44**(20), 2019; **45**(19), 2020; doi:10.1364/OL.402358) совместно с сотрудниками Института физики НАН Республики Беларусь, был предложен и создан новый, не имеющий аналогов, ВКР-лазер с 30-кратным снижением порога из-за включения поверхности среды как зеркала несимметричного резонатора. Затем подтвердили этот механизм на ВРМБ-лазере (2020 г.) и открыли (2024 г.), новое нелинейно-оптическое явление – аддитивная самофокусировка с 20-кратным ростом интенсивности до оптического пробоя без увеличения энергии импульса. Отметим, что в 1984 г. мы сократили в МГУ пикосекундный импульс синхронного лазера на красителе и осуществили прорыв в область фемтосекундных импульсов.

В 1985 г. С.М. Першин был приглашён в ИКИ РАН для сопровождения работ по лазеру-пушке для создания плазмы на поверхности спутника Марса и анализу её изотопного состава при пролёте в проекте «ФОБОС-88». Обосновал здесь замену лазера на Nd:YAG без охлаждения жидкостью, а также объектива Кассегрена на панкратический. Далее он создал уникальный двухимпульсный лазер на модах Лаггера (1988 г.) с управляемым интервалом, с которым открыл новое явление – кратное, более порядка, повышение контраста линий лазерной плазмы для анализа элементного состава образцов (1989 г.) и скорости сверления (2009 г.). В 1991 г. мы открыли новый принцип лазерного зондирования среды обитания микро-Дж импульсами без поражения глаз, открывший эру беспилотных авто, дронов и роботов. Уже в

1996 г. наш лидар на диодном лазере, который работал на этом принципе, выиграл конкурс NASA и, впервые, был включён в миссию NASA “Mars Polar Lander-99” со стартом 3 января.

В 2001 г. я был приглашён на работу в НЦВИ ИОФ РАН в лаб. «Лазерной спектроскопии». Бункина А.Ф. Здесь мы впервые, после сужения линии лазера на красителе до  $\sim 0.1 \text{ см}^{-1}$ , обнаружили в 2005 г. с помощью 4-фотонной спектроскопии свободные вращения орто- и пара- $\text{H}_2\text{O}$  спиновых изомеров в воде и водных растворах. Расширили работы по нелинейной оптике водных суспензий наночастиц и вирусов при ВКР на низких частотах собственных колебаний для подавления их активности. Впервые обнаружили ВРМБ-вперёд в суспензии кремниевых наночастиц (2021 г.). В Арктике (арх. Шпицберген) открыли явление экранировки тепла воды фиорда слоем талой воды ледников с помощью компактного флюоресцентного лидара. Отдельный интерес вызывает решение задачи количественного анализа состава образца по спектру лазерной плазмы без эталона сравнения через 50 лет после первых экспериментов по возбуждению лазерной плазмы и качественного анализа состава. Недавно открыли новый ВКР- и ВРМБ-лазер с кратным снижением порога генерации, а также новое явление нелинейной оптики – аддитивная самофокусировка с отколом поверхности в поле накачки и ВКР с 20-кратным ростом интенсивности без повышения энергии накачки.

За время работы опубликовано более 200 работ и 10 патентов. Наши работы были отмечены грамотами за победу в трёх конкурсах научных работ ИОФ РАН.

Мы выиграли и успешно завершили работы по нескольким проектам РФФИ, а также РФФ, в которых я принимал участие в качестве научного руководителя.

Многолетняя работа и успехи отмечены званием «Ветеран труда», медалью «850-летие Москвы» и знаком «Ветеран ИОФ РАН», а также медалями призового места за лыжные гонки.

Имею троих детей и шесть внуков.

## Характеристика

Стаж научной работы С.М. Першина, 54 года, можно разделить на три части:

(1970-1985г) физический факультет МГУ- студент-лаборант, научный сотрудник, ассистент профессора;

(1985-2001г) ИКИ РАН – зав. сектором, ведущий научный сотрудник, где он подготовил и в 1998 г. защитил докторскую диссертацию;

(2001- н.вр.) ИОФ РАН - ведущий научный сотрудник, главный научный сотрудник.

Отметим здесь некоторые работы.

Пионерские и прорывные научные результаты С.М. Першина, а также оригинальные инженерные решения, защищенные патентами, можно изложить, следуя хронологической последовательности.

Физфак МГУ, кафедра Р.В. Хохлова 1969-1985 г.

ВКР:

- Письма в ЖЭТФ, 1972 г. - впервые создан наносекундный ВКР-лазер на жидком азоте с накачкой параллельным пучком (532, 353 254 нм) со скачком интенсивности стоксовой компоненты на 6-7 порядков;

- Кв. электр., 1976 г. – параметрический механизм ВКР и неколлинеарный синхронизм для кольцевых компонент ВКР при параллельном пучке накачки;

- Кв. электр., 1977 г. –многоволновый ВКР-лазер на кристалле йодата лития внутри резонатора на сигнальной волне параметрического генератора света (ПГС) с перестройкой по частоте 5-ти компонент ВКР поворотом кристалла ПГС;

- Письма в ЖТФ, 1975 г. – впервые реализована безрезонаторная генерация при достижении гигантского параметрического усиления в кристалле ADP в режиме бегущей волны при его накачке наносекундными импульсами, что стало основным режимом перестраиваемых по частоте источников пико- и фемтосекундной спектроскопии, а также усилителем петоваттного лазера А.М. Сергеева;

- Препринт физического факультета МГУ, №17/1984 (Изв.АН СССР, сер.физич., 49(3), 573-579,1985) – впервые в России осуществили прорыв в область фемтосекундных импульсов при компрессии спектрально-ограниченных пикосекундных импульсов лазера на красителе, синхронно-накачиваемого предельно коротким (5-7) цугом пикосекундных импульсов (см. обзор Кв. электр., 13, 453 – 481,1986);

- А.С. № 263177 – был предложен и разработан уникальный с контрастом до 8 порядков солнечно-слепой, не имеющий аналогов в мире, фильтр для оптических каналов связи;

### ИКИ РАН (1985-2001 г.)

В 1985г. С.М.Першин был приглашен на работу в ИКИ РАН для физической калибровки лазерно-оптического тракта дистанционного анализатора ЛИМА-Д международного проекта «ФОБОС-88» для зондирования изотопного состава факела лазерной плазмы, индуцируемой лазером на поверхности Фобоса на пролётной траектории космического аппарата на высоте 50-100 м. В ходе проведения работ С.М.Першин предложил и экспериментально обосновал замену лазера на Nd<sup>3+</sup>:YAG, отказ от жидкостного охлаждения лазера, что уменьшило массу и повысило надёжность анализатора, а также обосновал замену объектива Кассегрена на разработку панкратического, обеспечивающего одинаковый диаметр пятна пучка лазера на поверхности Фобоса независимо от высоты пролёта.

Работа С.М. Першина в ИКИ РАН сопровождалась не только инженерными решениями находками, но и оригинальными научными идеями и экспериментами:

- Письма в ЖТФ, 13(14), 870, 1987г. - он предложил и экспериментально обосновал прорывное направление – дистанционный способ повышения, более чем на порядок, контраста спектральных линий лазерной плазмы в режиме двухимпульсного воздействия на мишень в естественных условиях дистанционного анализа ее состава. Более того, С.М. Першин разработал физический механизм обнаруженного явления (Кв. электр., 16, 2518,1989), который был положен в основу коммерческого компактного анализатора состава мишеней, разработанного в ИФ НАН РБ (Сергей Райков с сотр.); позднее (Кв. электр., 39(1), 63-67 2009 г.) С.М. Першин установил, что скорость лазерного сверления металла удвоенными импульсами возрастает в 6 раз;

- CLEO'91, CFI 10, p.120, 1991 г.- С.М. Першин предложил и разработал новый физический принцип, не имевший аналога, лазерного зондирования многослойных рассеивающих объектов, импульсами диодных лазеров предельно малой энергии (микроДж) без защиты глаз от поражения и приёмником в режиме счёта фотонов, стробируемым коротким импульсом, когда подавление шума пропорционально сокращению длительности импульса строга, который открывает приёмник. За прошедшие 30 лет предложенный им принцип зондирования прошёл всесторонние испытания и подтвердил открытие **новой эры** лазерного зондирования среды обитания компактными лидарами. В 2018 г. эти лидары вошли по версии журнала Laser Focus World в 5 главных направлений исследований, которые получили признание и широкое внедрение в повседневную жизнь миллионов людей от

беспилотных автомобилей, дронов до автономных роботов, как на Эльбрусе (Laser Phys. Lett., 17(2), 026003, 2020), так и под водой (ICLO, 2022, 01, doi: 10.1109/ICLO54117.2022.9839859);

В 1995г. микролидар С.М. Першина на диодном лазере прошел конкурсный отбор экспертов NASA и единственный, из числа представленных Россией приборов, был включен в состав научного комплекса посадочного модуля миссии Mars Polar Lander-99 на поверхность Марса (см. письмо директора НАСА). Отметим высокий уровень требований конкурса и найденных авторами решений. Так при ограничении мощности питания  $\leq 0.2$  Вт лидар с уникально малой тогда массой 940 грамм, обеспечивал работу при температуре от -100 до +20 °С без внешнего термостатирования. Бортовой вариант микролидара, разработанный коллективом сотрудников ИКИ РАН, успешно прошел все предполетные испытания в НАСА и стартовал к Марсу 3.01.99 в составе научного комплекса NASA. Авария модуля при посадке на поверхность Марса 3.12.99г. не позволила авторам проверить его работу в реальных условиях Марса.

В 1998г. С.М. Першин подготовил и успешно защитил в МГУ докторскую диссертацию, в которой он суммировал результаты своих исследований по физике лазеров и их применению в дистанционном зондировании.

## ИЦВИ ИОФ РАН

В 2001 г. С.М. Першин перешел на работу ИОФ РАН в лабораторию «Лазерной спектроскопии» Научного центра волновых исследований (ИЦВИ ИОФ РАН) по приглашению руководителя центра академика Ф.В. Бункина.

Здесь научная интуиция С.М. Першина и настойчивость в улучшении спектрального разрешения четырехфотонного спектрометра увенчалась новым успехом:

- коллективу лаборатории Алексея Бункина удалось впервые обнаружить и изучать методом CARS свободное вращение молекул в воде и водных растворах в микроволновом диапазоне на разностной частоте биения двух лазерных пучков, частоты которых лежат в области прозрачности образцов и поэтому предоставляют уникальную, недоступную другими средствами, возможность изучать объекты, например, биополимеры или вирусы, в нативных условиях больших объемов водных растворов;

- с участием С.М. Першина впервые удалось обнаружить линии вращательных резонансов свободных орто и пара- спиновых изомеров H<sub>2</sub>O в воде и в растворах биомолекул, а также, неизвестное ранее, их спин-селективное взаимодействие;

- одновременно С.М. Першин развернул работы по спектроскопии комбинационного рассеяния (КР) конденсированных сред. Здесь ему удалось, применив современные методы обработки спектров, обнаружить структуру ОН полосы валентных колебаний в воде с характеристическими частотами льдоподобных гексамеров, тетрамеров и димеров, существующих в воде вплоть до кипения. На этой основе А.Бункин и С.Першин предложили и экспериментально обосновали новый принцип лазерного дистанционного измерения физической температуры акваторий с борта беспилотных носителей по смещению гравитационного центра огибающей ОН полосы КР без участия оператора, т.е. автономно;

- продолжая работы по спектроскопии лазерной плазмы, С.М. Першин предложил принципиально новый подход к количественному анализу состава мишени и получил прорывной результат: отказаться от эталона сравнения в количественном анализе, который обосновал на примере анализа многокомпонентной бронзы впервые за 50 лет качественного анализа состава мишеней по свечению факела лазерной плазмы;

- впервые наблюдали ВРМБ **вперёд** в суспензии наносфер, а также стокс- и антистоксовых компонент в воде;

- работы С.М. Першина по зондированию акваторий, подстилающей и атмосферы компактным микрДжоульным лидаром увенчались несомненным успехом. Ему удалось обнаружить 10-кратное отличие коэффициента обратного рассеяния от поверхности воды и радужной пленки нефтепродуктов, что дает основание для надежного дистанционного мониторинга и картирования плёнки в акваториях с борта беспилотного дрона авианосителя;

- впервые, при зондировании атмосферы микроджоульными импульсами компактного лидара удалось зарегистрировать многослойные ярусы облаков в условиях сильного снегопада и перегрузки приемника;

- в 1998г., задолго до первых сообщений о наличии льда и следов метана на Марсе, С.М. Першин предложил двухцветный способ поиска на Марсе следов фотосинтетических пигментов; он, при обработке изображений планеты по лидарному методу дифференциального поглощения, обнаружил районы с аномально большим значением индекса хлорофиллоподобных пигментов и влажности грунта, локации которых совпадают;

#### ИОФ РАН

Под научным руководством С.М.Першина подготовлено и защищено несколько дипломных работ, а также кандидатских диссертаций. Он опубликовал свыше 200 научных работ в виде статей в научных журналах и докладов на международных и национальных конференциях, а также изобретений и патентов РФ. Его отличает блестящая научная интуиция, талант инженера, широкий кругозор и область научных интересов, как это видно из перечня основных результатов.

С.М.Першин хороший и отзывчивый товарищ, всесторонне эрудирован и инициативен в достижении поставленных целей. Он хороший отец, воспитавший троих детей, которые прошли обучение в Московском университете. В коллективе пользуется уважением коллег.

#### Неразгаданные загадки

1. Полвека назад, решая задачу ВРМБ вперёд, обнаружил сверление 30 нс импульсом кварцевого окна без растрескивания заполненной кюветы; как в лаб. (532 нм) и на лекции С.А. Ахманова (рубин, 694.38 нм). Механизм пока неясен.
2. Установил, что двухволновый анализ изображений Марса показывает наличие пятен фотосинтетических пигментов по границе полярных шапок и на дне кратеров, которые совпадают с пятнами следов влажности на поверхности Марса. Есть ли органика на Марсе? Скорее да
3. Выявил 3-х кратный скачок лидарного сигнала рассеяния на аэрозолях в БНО, Эльбрус (28.10.2019), а также 06.02. 2023 перед землетрясениями: источник пока неясен.
4. Впервые обнаружена инверсия отношения выхода зарядов +/- из коры Земли и аномальное (в 25 раз) увеличение выхода (-) ионов (радон!!) на Камчатке в ИВиС ДВО РАН перед землетрясениями в Авачинской бухте (26.12.2023 - 01.01.2024 г.)
5. Что запускает деление ядра в яйце при  $t = 38^{\circ}\text{C}$ ? Броуновское движение? Неясно.
6. Орто-Н<sub>2</sub>О – магнит и несимметричный волчок, всегда вращается и похожа на гайку Джанибекова. Является ли она генератором спиновых волн и модулятором магнитного поля Земли в  $\mathcal{E}$ -окрестности водного раствора ?