

PERSONALIA

Олег Владимирович Руденко

(к 60-летию со дня рождения)

PACS number: 01.60.+q

DOI: 10.3367/UFNr.0177.200712j.1385

25 сентября 2007 г. исполнилось 60 лет Олегу Владимировичу Руденко — выдающемуся физику, члену-корреспонденту Российской академии наук, внесшему всемирно признанный вклад в развитие нелинейной физики, акустики и ряда связанных с ними прикладных направлений; обогатившего науку значительными результатами в области физики нелинейных волн, лазерной физики, механики, геофизики, биомедицинской и подводной акустики.

Олегу Руденко повезло. Он родился в 1947 г. в светлом и многонациональном городе Тбилиси в окружении жизнерадостных и веселых людей. Его отец, Владимир Григорьевич, тоже родился в Тбилиси и прожил там всю свою жизнь. Потеряв родителей, он с 2-х лет воспитывался в детском доме, участвовал в Великой Отечественной войне, а затем работал до конца жизни на инженерных должностях в промышленности. Мать — Александра Петровна, родилась в Харькове, работала бухгалтером, сейчас на пенсии.

Окончив школу с золотой медалью и выиграв республиканскую олимпиаду по физике, Олег уехал в Москву и поступил вне конкурса на физфак МГУ. Здесь ему снова повезло. На третьем курсе его взял к себе член-корреспондент АН СССР Рем Викторович Хохлов (впоследствии — академик, ректор МГУ). Перед окончанием физфака в 1971 г. О.В. Руденко имел уже 10 публикаций. Его дипломная работа была признана лучшей в МГУ, а затем удостоена 1-й премии на Всесоюзном конкурсе и медали Минвуза СССР.

В аспирантуре О.В. Руденко занимался теорией нелинейных волн, лазерной фотохимией, проблемой создания гамма-лазеров. Досрочно в 1973 г. защитил диссертацию "Смежные проблемы нелинейной акустики и гидродинамики", руководителем которой также был Р.В. Хохлов.

В диссертации, основанной на еще студенческих публикациях, были приведены результаты, ставшие основой современной нелинейной акустики. Создана, в частности, нестационарная теория течений типа Экарта. Предложена теория "акустического ветра", формируемого под действием волновой и гидродинамической нелинейностей. Эта теория объяснила наблюдавшиеся зависимости скорости потока от времени и от интенсивности волны и появление крутого фронта течения на определенном расстоянии от источника. Было показано, что решение Ландау о затопленной струе (с нулевым потоком жидкости, бьющей из точечного отверстия) хорошо соответствует эксперименту по возбуждению "ветра", в котором жидкость приводится в движение радиационным давлением. Было предсказано явление самоотражения, заключающееся в том, что после появления ударных фронтов волна расщепляется на две, бегущие в противоположные стороны. Этот эффект позднее наблюдался в эксперименте и был положен в основу одной из схем нелинейной диагностики. Были получены точные автомодельные решения уравнений типа Бюргера для волн плоской и цилиндрической симметрии, которые сейчас приводятся во многих справочниках по дифференциальным уравнениям.

В том же году О.В. Руденко вместе с С.И. Солюяном написал монографию *Теоретические основы нелинейной акустики*, которая в 1975 г. была опубликована на русском языке (издательством "Наука"), а в 1977 г. вышла в США (в издательстве "Пленум"). Книга появилась в те годы, когда физика мощных акустических волн быстро превращалась из любопытного академического направления в область прикладной физики. Она оказалась востребованной и собрала тысячи ссылок. В книге был впервые систематически изложен математический аппарат нелинейной акустики, развитый Р.В. Хохловым и его учениками, проанализированы основные идеи и результаты этой области физики. В частности, впервые дана теория интенсивных дифрагирующих пучков на основе уравнения, которое О.В. Руденко предложил назвать уравнением Хохлова–Заболотской. Сейчас термин КЗ общепринят и не нуждается в комментариях. Было предложено нелинейное интегро-дифференциальное уравнение для волн в средах с памятью, ядро которого вырождается в



Олег Владимирович Руденко

экспоненциальное для простых релаксирующих сред типа Мандельштама–Леонтовича. Сформировано общее представление о взаимодействиях недиспергирующих волн и волн в искусственных средах со слабой дисперсией. При описании параметрических взаимодействий впервые был использован подход, основанный на комбинированном частотно-временном описании волновых полей, оказавшийся очень эффективным для сильно искаженных волн, содержащих разрывы. Глава по статистическим явлениям в нелинейной акустике, изучение которых было начато по инициативе О.В. Руденко, появилась раньше соответствующих журнальных статей.

В 1974 г. Р.В. Хохлову удалось взять О.В. Руденко на работу в МГУ младшим научным сотрудником. Это способствовало творческому подъему. В середине 1970-х О.В. Руденко смог построить теорию нелинейной трансформации спектров и вероятностных распределений случайных волновых полей, решить ряд задач лазерной генерации нелинейного звука, а также развить теорию и принципы конструирования параметрических приборов для подводных приложений. Эти работы легли в основу направлений, известных теперь как "статистическая нелинейная акустика", "лазерная оптоакустика" и "нелинейная гидроакустика".

Незадолго до своей гибели в 1977 г. Р.В. Хохлов привлек О.В. Руденко к преподаванию в МГУ. С этого момента Олег

Владимирович читал лекции по общим курсам "Электродинамика", "Теория волн", "Динамика сплошных сред", а также по ряду оригинальных спецкурсов, вел семинарские занятия по всем основным курсам радиотехнического направления. Этот опыт был использован при написании учебных пособий *Теория волн* ("Наука", издания 1979 и 1990 гг., вместе с М.Б. Виноградовой и А.П. Сухоруковым), *Акустика в задачах* ("Наука", 1996 г., вместе с С.Н. Гурбатовым и др.), *Нелинейная акустика в задачах и примерах* (Физматлит, 2006, вместе с С.Н. Гурбатовым и К.М. Хедбергом).

В том же 1977 г. Р.В. Хохлов поручил О.В. Руденко организовать экспериментальную лабораторию нелинейной и лазерной акустики. С оснащением лаборатории, расположенной в Корпусе нелинейной оптики МГУ, помогли партнеры — промышленные организации. Здесь сформировался коллектив талантливых молодых учеников О.В. Руденко. Удалось впервые наблюдать тепловое самовоздействие ультразвука в вязких жидкостях, подавление нелинейного поглощения введением искусственных линейных потерь, бистабильность резонаторов, несимметричное искажение ударно-волновых профилей в дифрагирующих пучках. Были развиты методы лазерно-акустической диагностики. Впервые наблюдалось искажение профиля волны и формирование ударного фронта в твердом теле. За эти работы 4 аспиранта О.В. Руденко в 1983–1985 гг. были удостоены премий Ленинского комсомола.

В 1981 г. результаты работ по прикладной подводной акустике, проводившиеся в содружестве с Таганрогским радиотехническим институтом, были оформлены в виде монографии *Нелинейная гидроакустика* (Ленинград: "Судостроение"; совместно с Б.К. Новиковым и В.И. Тимошенко); в 1987 г. она издана в США. Эта книга, посвященная основам проектирования гидролокаторов и приемников нового типа, до сих пор пользуется популярностью в мире и широко цитируется, несмотря на ее "инженерную" направленность.

В том же 1981 г. О.В. Руденко защитил докторскую диссертацию "Взаимодействие модулированных слабо диспергирующих волн большой интенсивности" и через 2 года после этого стал доцентом.

В 1985 г. коллектив авторов с участием О.В. Руденко был награжден Государственной премией СССР. В цикл работ "Создание основ нелинейной акустики и ее приложений" вошли работы О.В. Руденко, в которых был развит математический аппарат нелинейной акустики.

В 1987 г. О.В. Руденко пришлось оставить своих сотрудников и лабораторию на кафедре, которой после смерти Р.В. Хохлова руководил С.А. Ахманов, и взять на себя заведование кафедрой акустики. С 1990 г. по 1997 г. О.В. Руденко совмещал эту должность с руководством Отделением радиотехники и электроники МГУ.

В 1990 г. на кафедре акустики была создана новая экспериментальная группа из числа защитившихся аспирантов, обнаружившая принципиальное для нелинейных волн явление — тепловую самофокусировку пилообразных волн в среде без поглощения. Был найден физический предел, ограничивающий импульсные поля в фокальной области мощных концентраторов. Создан первый лазерно-акустический литотриптер — прибор для бесконтактного разрушения почечных камней. В 1991 г. эти работы были удостоены премии имени М.В. Ломоносова.

К этому времени завершилась работа по созданию пакетов прикладных программ NACSI. Это был итог многолетнего сотрудничества физиков и математиков в области численного решения нелинейных задач волновой физики, начатого в 1974 г. по инициативе академиков Н.С. Бахвалова и Р.В. Хохлова. Развитые асимптотические и численные методы частично описаны О.В. Руденко в книге *Взаимодействие одномерных волн в средах без дисперсии* (Изд. МГУ, 1983 г.; совместно с О.А. Васильевой, А.А. Карабутовым, Е.А. Лапшиным). Эти программы позволяли численно решать широкий круг нелинейных задач на первых персональных компьютерах за считанные минуты.

В 1991–1995 гг. по предложению О.В. Руденко (совместно с математиками, механиками, биологами и промышленностью) был выполнен цикл теоретических и экспериментальных работ, посвященных проблеме предсказания уровней звукового удара на местности и экологических последствий от эксплуатации проектируемых сверхзвуковых пассажирских самолетов нового поколения.

В 1997 г. О.В. Руденко был избран членом-корреспондентом РАН. В том же году ему с коллегами была присуждена Государственная премия РФ за цикл "Динамика интенсивных шумовых волн и нелинейных структур в средах без дисперсии", в который вошли работы О.В. Руденко по статистической физике нелинейных волн.

В 1998 г. О.В. Руденко с сотрудниками опубликовали статью (удостоенную премии издательства МАИК–Наука) о наблюдении дистанционной генерации сдвиговых волн радиационным давлением модулированного ультразвука. На основе этого явления были созданы и запатентованы приборы для диагностики мягких биотка-

ней, в том числе для визуализации опухолей. Впоследствии О.В. Руденко серьезно занимался и другими биомедицинскими приложениями. Так, анализируя ранее неизвестные результаты 1952–1957 гг. по воздействию мощного ультразвука на злокачественные опухоли (Лаборатория анизотропных структур АН СССР, А.К. Буров) и данные клинических испытаний (Институт экспериментальной патологии и терапии рака, Н.Н. Блохин), удалось понять механизм стимуляции иммунной реакции на раковые клетки, приводящей к исчезновению метастазов. Недавно удалось объяснить уникальную способность напряженной скелетной мышцы "затягивать" и демпфировать удары.

Весьма вклад О.В. Руденко и в прикладную геофизику. Им объяснен механизм появления добротных резонансов, наблюдавшихся при регистрации отклика вулкана "Эльбрус" на сейсмические сигналы удаленных источников. Показано, что резонансы возможны лишь при наличии загазованных расплавленных пород в магматической камере, что свидетельствует о подготовке к извержению. Развита теория нелинейности гранулированных сред, насыщенных флюидами; предсказано резонансное возбуждение и волноводное распространение звука в дне океана. Результаты по диагностике буронабивных свай при строительстве 3-го транспортного кольца в Москве использованы для развития теории волн в пластически деформируемых средах; построена теория релаксации гистерезисной нелинейности. Развита теория "гигантских" нелинейностей структурно-неоднородных сред, рассчитаны предельные значения нелинейностей.

Не бросая О.В. Руденко своих занятий математической физикой и теорией волн. Он предложил новый принцип анализа нелинейных задач, основанный на разумном усложнении математической модели. Этот подход (связанный, в частности, с теоремой Н.Х. Ибрагимова о проекциях групп эквивалентности) по смыслу противоположен обычным методам упрощения, однако он выявляет новые симметрии, генерирующие точные решения. Предложено и решено нелинейное уравнение 4-го порядка для волн в рассеивающей среде, продолжающее "знаменитую цепочку" уравнений Бюргера (2-й) и Кортевега–де Вриза (3-й порядок). Некоторые математики считают О.В. Руденко одним из "лидеров" в нахождении точных решений нелинейных задач, часть из которых приведена в справочниках и на соответствующих сайтах в Интернете (см., например, книгу *Нелинейные волны-2006*, Изд. ИПФ РАН, 2007).

Старый опыт удалось использовать для того, чтобы сделать "параметрические громкоговорители" — мощные излучатели направленного ультразвука в воздухе, которые "обманывают" явление дифракции. С помощью фазированных решеток сформированы поля в фокальной области с уровнями до 160 дБ, позволяющие наблюдать сильные нелинейные эффекты — акустическую левитацию, селективную передачу сигналов (в том числе сквозь твердые препятствия), провести дистанционную диагностику дефектов. Этот опыт использован также для консультаций, которые не без пользы давались ряду известных фирм Германии, Франции, США, Ю.Кореи и Швеции.

Однако заметную часть времени О.В. Руденко по-прежнему тратит на общественную и организационную работу. По рекомендации академика А.М. Дыхне он 10 лет работал в РФФИ, будучи в последние годы работы в РФФИ Председателем экспертного совета по физике и заместителем Совета фонда. С 2002 г. О.В. Руденко председательствует в Экспертном совете по физике ВАК. Он — главный редактор *Акустического журнала*. В качестве одного из заместителей главного редактора журнала *Успехи физических наук* существенно помогает В.Л. Гинзбургу, по поручению которого курирует разнообразные аспекты деятельности журнала *УФН*, не формально отдавая журналу много времени, сил и энергии.

О.В. Руденко имеет ряд правительственных наград, а также почетных званий от российских и зарубежных научных обществ и университетов. Много раз собирал большую аудиторию, читая лекции за рубежом. Он — автор 350 публикаций, в том числе 12 монографий и учебных пособий, изданных у нас и за рубежом.

Под руководством О.В. Руденко защищены 7 докторских, около 15 кандидатских диссертаций. Среди его учеников есть профессора, заведующие кафедрами, лауреаты премий М.В. Ломоносова, И.И. Шувалова, Ленинского комсомола, Европейского сообщества, Гумбольдта, Американского акустического общества, авторы монографий, изданных в России и за рубежом.

Трудно в краткой юбилейной публикации охватить все, что сделал О.В. Руденко за 40 лет своей творческой деятельности, поэтому мы просто пожелаем Олегу Владимировичу крепкого здоровья, творческого вдохновения, удачи, счастья, еще многих светлых лет жизни и свершения еще многих замечательных дел!

А.Ф. Андреев, В.С. Бескин, В.Б. Брагинский, В.Л. Гинзбург, Ю.В. Гуляев, В.В. Козлов, Н.П. Лаверов, М.Б. Менский, Л.Б. Окунь, В.А. Рубаков, В.А. Садовничий, В.Е. Фортон