



**ЛЕОНИД ИВАНОВИЧ СЕДОВ**

## ЛЕОНИД ИВАНОВИЧ СЕДОВ

*(К семидесятилетию со дня рождения)*

Леонид Иванович СЕДОВ, семидесятилетие которого отмечалось 14 ноября 1977 г., является замечательным ученым, чья научная и педагогическая деятельность принесла выдающиеся результаты.

Многие из его работ стали классическими. Его деятельность в области практических приложений также широко известна. Он является основателем и создателем крупной механической школы.

Дадим здесь краткий обзор главных результатов Леонида Ивановича Седова.

Сначала рассмотрим исследования Л. И. Седова в области гидродинамики и аэродинамики. Леонид Иванович воспитан в лучшей аэродинамической школе — школе С. А. Чаплыгина. Во время работы в Центральном аэрогидродинамическом институте имени Н. Е. Жуковского он занимался в теоретическом отделе в сотрудничестве с М. В. Келдышем, М. А. Лаврентьевым, А. И. Некрасовым. Его первые работы представляли собой дальнейшее развитие исследований Н. Е. Жуковского и С. А. Чаплыгина и были связаны с новыми методами качественного анализа и решения плоских задач гидродинамики с помощью теории функций комплексного переменного.

Решение гидродинамических задач об ударе твердых тел о воду, о быстром погружении в воду, о глиссировании с учетом весомости воды, о неустановившихся движениях профилей крыльев и других тел в несжимаемой жидкости, о струйных движениях при обтекании многих тел было связано с рядом практических проблем и, в частности, с расчетом и проектированием гидросамолетов. Л. И. Седову удалось дать эффективные методы решения многих плоских задач аэрогидродинамики. Он получил выражения для аэрогидродинамических сил, действующих на деформированное неограниченное по размаху крыло в случае неустановившегося движения. Проблема глиссирования на поверхности тяжелой жидкости решена им с учетом образования брызговых струй у передних краев смоченной поверхности глиссирующего профиля; при этом удалось определить влияние весомости воды на поле скоростей и на гидродинамическое сопротивление при глиссировании. Л. И. Седов изучил оптимальные режимы глиссирования, выявил роль масштабного фактора и дал анализ явления устойчивости глиссирования.

Известная теория Мичела — Хогнера волнового сопротивления корабля при движении в жестком канале получила в совместной работе

Л. И. Седова и М. В. Келдыша дальнейшее развитие и обобщение, учитывающее конечную глубину и конечную ширину канала.

Широко известна теория С. А. Чаплыгина плоскопараллельного течения газа при больших дозвуковых скоростях, в которой адиабата в плоскости «давление — удельный объем» предполагается прямолинейной. Л. И. Седову удалось распространить эту теорию на случай сжимаемого потока с любыми термодинамическими характеристиками и дать ряд точных решений полученных уравнений. В частности, использование функций комплексного переменного привело к разъяснению действительного положения дел и к фактическому решению общей задачи о циркуляционном обтекании газом профилей при установившемся движении газа с большими дозвуковыми скоростями.

Указанные выше проблемы гидроаэродинамики нашли отражение в монографии Л. И. Седова «Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики» (второе издание вышло в 1966 г.), которая переведена на иностранные языки. В 1952 г. книга была удостоена Государственной премии.

Большой комплекс исследований Л. И. Седова относится к общей теории размерности физических величин и теории подобия, а также к многочисленным приложениям этих теорий, к задачам течения жидкости и газа, к проблемам строения звезд и звездных вспышек и пр.

Очень важными являются разработанные Л. И. Седовым проблемы общей теории автомодельных движений жидкости. Развита им в 1945 г. теория одномерных автомодельных неустановившихся движений газа позволила выявить новые интересные типы автомодельных движений, поставить и решить новые важные задачи. Исследования автомодельных и неавтомодельных движений в задаче о разлете газа, о фокусировании газа в точке, о сферическом поршне характеризуются тонкостью анализа. С появлением ядерных бомб одной из важных проблем стала задача о сильном взрыве. Здесь Л. И. Седову принадлежит фундаментальный и изящный результат: он нашел в замкнутой форме распределение скоростей, давления и плотности за фронтом взрывной волны в случае сильного взрыва, образующего в атмосфере газа сферические, плоские или цилиндрические волны.

Позднее Л. И. Седов показал, что если принять во внимание детонацию газа и учесть переменность начальной плотности по радиусу, то развита им теория может описывать также и явления, подобные вспышкам новых звезд. Оказалось, что определенные начальные распределения плотности газовых сфер связаны с возможностью возникновения при взрыве пустой полости, которая расширяется от центра симметрии. При исследовании равновесия газовых шаров он обнаружил динамически неустойчивые состояния, связанные с самопроизвольным внезапным разлетом при отсутствии внешнего импульса или выделения внутренней энергии.

Указанные проблемы автомодельных движений газа описываются сложными нелинейными дифференциальными уравнениями. Л. И. Седов, используя теорию подобия, развил методы отыскания в явной форме конечных интегралов этих нелинейных уравнений.

Ряд точных решений получил Л. И. Седов в теории изотропной турбулентности несжимаемой жидкости; основываясь на постулате о самоподобии движения, он обнаружил и проанализировал неустановившееся движение в различные моменты времени. Эта теория, связанная с несколькими необычными для теории турбулентности математическими трудностями, в течение более тридцати лет оставалась в стороне от практики описания турбулентных движений жидкости за решетками в аэродинамических трубах или в свободных струях. В последнее время ученик Л. И. Седова А. И. Корнеев, проанализировавший все опубликованные опытные данные, показал, что теория Л. И. Седова, построенная в 1944 г., очень хорошо согласуется с экспериментом не только качественно, но и количественно. Эти результаты положили конец бытовавшим у некоторых авторов интуитивным сомнениям в справедливости основных посылок теории Л. И. Седова и обесценили многие эмпирические подходы, широко использовавшиеся в литературе до последнего времени.

Работы Л. И. Седова внесли вклад в общую теорию газовых и гидравлических машин.

Перечисленные исследования собраны в монографии Л. И. Седова «Методы подобия и размерности в механике», которая выдержала восемь изданий в нашей стране и неоднократно переводилась за рубежом.

Работа Л. И. Седова «Распространение сильных взрывных волн» была удостоена Академией наук СССР премии имени С. А. Чаплыгина (1947 г.), а его исследование «Приложение газовой динамики к теории светимости звезд и к теории звездных вспышек» — премии имени М. В. Ломоносова (1954 г.).

В течение последних трех десятилетий Л. И. Седова интересуют главным образом проблемы общей механики сплошных сред.

Применение методов термодинамики и учет электродинамических сил при построении моделей в механике сплошных сред привели его к требованию необходимости введения новых физических параметров в качестве искомых характеристик состояния и свойств среды (например в теории твердой пластической среды с упрочнением или в теории ползучести твердых тел). Первая работа Л. И. Седова в этой области была связана с теорией газовых смесей, в которой он предложил общий вид кинетических уравнений в случае неравновесных химических реакций.

Л. И. Седовым и его сотрудниками была показана возможность представления конечных точечных кристаллических групп и текстур посредством тензоров, компоненты которых инвариантны относительно этих групп. В этой связи была построена общая теория нелинейных тензорных функций от нескольких тензорных аргументов, для тензорных аргументов получены системы линейно-независимых тензоров; линейная комбинация их со скалярными коэффициентами дает возможность представлять всякий тензор, являющийся функцией заданных тензорных аргументов. Дана общая теория дифференцирования тензоров по скалярному аргументу. Выяснен различный смысл производных от тензоров любого ранга по скалярному аргументу.

Построенная Л. И. Седовым на основе термодинамических соображений нелинейная теория упругости включает в себя тепловые эффекты и учет конечности деформаций и внутренних обратимых физико-химических процессов. В последнее время эта теория была распространена и обобщена на среды с континуально распределенными дислокациями, с учетом необратимых механизмов были установлены новые уравнения для дополнительно введенных характеристик состояния.

Отметим также построенную Л. И. Седовым термодинамическую теорию макроскопического поведения физически неголономных моделей с учетом физико-химических процессов и свойств и теорию гипоупругих сред для общего случая необратимых процессов. Выявлено соответствие термодинамических теорий твердых деформируемых сред и теории ползучести обычного типа.

Л. И. Седовым предложено базисное вариационное уравнение, позволяющее выделять действительные явления из множества мысленно возможных для механических и вообще физических явлений для систем с внутренними степенями свободы. Это уравнение представляет собой дальнейшее распространение принципа виртуальных перемещений и обобщение универсального физического уравнения энергии, примененного к произвольным объемам сред и полей, на мысленные виртуальные изменения определяющих параметров — характеристик материальных сред и полей с учетом «гироскопических эффектов», отсутствующих в уравнении энергии для действительных процессов. В частности, в общем уравнении энергии вводятся также элементарные притоки энергии, по своей природе дополнительные к элементарным работам поверхностных и объемных сил и элементарному притоку тепловой энергии.

Это вариационное уравнение может служить основанием для непосредственных численных методов решения конкретных задач и для установления замкнутой системы соотношений, исходя из единых последовательно и естественно усложняемых посылок. Таким путем можно построить также все уже известные модели материальных сред и все уравнения для электромагнитного поля.

Таким образом из базисного уравнения можно получить, кроме уравнений движения и уравнений состояния, кинетические уравнения, красивые и начальные условия на скачках для моделей сплошных сред с внешними источниками возмущения и необратимыми механизмами диссипации.

Эти работы в 1975 г. были удостоены Академией наук СССР золотой медали имени А. М. Ляпунова.

В цикле работ, связанных с общей теорией относительности и ее обобщениями, использующими модель риманова четырехмерного пространства и времени (ОТО), Л. И. Седов развил теорию моделей материальных сред и гравитационного поля, в которых для описания внутренних взаимодействий присутствуют характерные тензоры различных рангов.

С помощью базисного вариационного уравнения им построена в ОТО общая теория сильных разрывов в гравитационном поле и в среде. Условия на скачках выделены с учетом возможных разрывов компонент метриче-

ского тензора и различных механических и физических характеристик материальной среды.

В общем случае несимметричных римановых пространств раскрыта геометрическая сущность разных заданных систем отсчета и проанализированы пути получения законов движения.

В последнее время в рамках ОТО Л. И. Седов разрешил общую задачу об инерциальной навигации с учетом релятивистских эффектов и деформаций для малой подвижной частицы материальной среды. Иначе говоря, указаны алгоритмы для определения законов движения частицы для любого наблюдателя по данным измерениям характеристик явлений в сопутствующей и собственной для частиц системах отсчета. За эту работу Международная астронавтическая академия присудила Л. И. Седову премию имени Д. и Ф. Гуггенхаймов за 1977 г., которая была вручена ему во время XXVIII конгресса Международной астронавтической федерации в Праге.

В 1975—1976 гг. Л. И. Седов прочитал в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова специальный курс об основах ньютоновской механики с точки зрения ОТО.

Ряд исследований Л. И. Седова и его непосредственных учеников посвящены механике и электродинамике поляризующихся и намагничивающихся твердых тел, жидкостей, газов и плазмы. Он детально изучил пондеромоторные силы и моменты и дал углубленную трактовку понятий тензора энергии — импульса и тензора внутренних моментов количества движения для электромагнитного поля и материальной среды.

Развивалась также теория смесей с химическими и физическими реагирующими компонентами с учетом взаимодействия с электромагнитным полем, при наличии диссипации и, в частности, магнитного гистерезиса.

Некоторые из перечисленных выше теоретических результатов включены в монографию «Введение в механику сплошной среды» (1962 г.) и в двухтомный курс «Механика сплошной среды» (третье издание вышло в 1976 г.). Эти книги изданы в СССР и переведены за рубежом.

Вместе с ближайшими сотрудниками Л. И. Седовым построена детальная теория, основанная на данных опытов, позволяющая описывать явления в пристеночном турбулентном пограничном слое при наличии малых добавок полимеров. Найдены законы снижения сопротивления трения и характеристики теплообмена между жидкостью и обтекаемым телом в зависимости от числа Рейнольдса, молекулярного веса и концентрации различных полимерных добавок, шероховатости стенок и определены оптимальные режимы с различных практических точек зрения.

Значительный цикл работ Л. И. Седова посвящен большим скоростям движения тел в воде и связанной с этим проблеме реализации новых схем обтекания тел жидкостью в едином комплексе с действующими двигательными системами.

Обнаружено, что при движении тел в воде с большими скоростями вместо жидких кавитаторов для получения отрывных обтеканий тел жидкостью с уменьшенным гидродинамическим сопротивлением выгоднее вы-

пускать из обтекаемого тела жидкую струю вперед. При этом гидродинамическое сопротивление снижается в два раза. Показано, что в идеальной жидкости путем выпуска жидкой струи вперед можно получать тягу. Перечисленные выше результаты опубликованы в ряде оригинальных работ и частично отражены в упомянутых монографиях Л. И. Седова.

Приведем здесь краткие сведения биографического характера.

Леонид Иванович СЕДОВ родился 14 ноября 1907 г. в Ростове-на-Дону. Некоторое время учился в школе в Донбассе, а затем на родине отца, в городе Моздоке на Северном Кавказе. В 1924 г. он поступил в Ростовский университет на педагогический факультет, а в 1926 г. перевелся в Москву на физико-математический факультет Московского университета, который окончил в 1931 г. После завершения высшего образования Л. И. Седов преподавал механику и математику в ряде московских высших учебных заведений. Без защиты диссертации ему была присуждена ученая степень кандидата технических наук, и в 1937 г. он был избран профессором Московского университета. В 1937 г. Л. И. Седов защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. В 1946 г. Академия наук СССР избирает Л. И. Седова членом-корреспондентом, а в 1953 г. — своим действительным членом.

Л. И. Седов — почетный член Американской Академии наук и искусств (1960 г.), Сербской Академии наук в Белграде (1965 г.), Финской Технической Академии в Хельсинки (1966 г.), Германской Академии «Леопольдина» (1968 г.), Американского института аэронавтики и астронавтики (1966 г.). Он — член-корреспондент Парижской Академии наук (1967 г.), а также действительный член Международной астронавтической академии (1959 г.).

Л. И. Седов — активный участник многих национальных и международных съездов, конференций, симпозиумов. С 1955 г. он плодотворно сотрудничает в Международной астронавтической федерации (МАФ), президентом которой он избирался в 1961 и 1962 гг.; в течение ряда лет является вице-президентом МАФ; основатель и член президиума Международной астронавтической академии. Активно содействует международному сотрудничеству и пропаганде достижений в области исследований космического пространства. С 1956 г. Л. И. Седов представляет Советский Союз на Генеральной Ассамблее и в Комитете конгрессов Международного союза по теоретической и прикладной механике, членом Бюро которого он избран в 1964 г. На всесоюзных съездах по механике и на многих международных конференциях и конгрессах он выступал на их открытии с пленарными генеральными докладами, с обзорными пленарными докладами и оригинальными научными сообщениями; действовал в качестве председателя оргкомитетов многих международных и всесоюзных съездов, конгрессов и симпозиумов.

Ряд высших учебных заведений присвоил Л. И. Седову почетное звание *honoris causa* (Варшавский политехнический институт в 1963 г., Пражский машиностроительный факультет в 1964 г., университет в Пуатье (Франция) в 1966 г., Свободный университет в Брюсселе (Бельгия) в 1968 г.,

Политехнический институт в Аахене (ФРГ) в 1970 г.). Л. И. Седов удостоен ряда международных наград и, в частности, он является кавалером ордена Почетного легиона (Франция).

Л. И. Седов награжден рядом орденов и медалей Советского Союза. За выдающиеся заслуги в развитии науки ему присвоено звание Героя Социалистического Труда.

Долгое время Л. И. Седов связан с отечественной промышленностью и, в частности, с авиационной. С 1932 по 1953 г. он состоял сотрудником ЦАГИ имени Н. Е. Жуковского и затем ЦИАМ имени П. И. Баранова. Он был руководителем научных лабораторий ряда больших научно-исследовательских организаций в промышленности. Его талант, обширная эрудиция, энтузиазм во многом способствовали высокому качеству аэродинамических исследований общего и специального характера в нашей стране.

С 1955 по 1962 г. Л. И. Седов — председатель Комиссии по координации и контролю научно-технических исследовательских работ в области межпланетных путешествий при АН СССР.

Л. И. Седов имеет большое число учеников, многие из которых — первоклассные ученые, пользующиеся мировой известностью. Рамки его научной школы не ограничиваются Москвой, они охватывают Ленинград, Киев, Львов, Новосибирск, Харьков и другие города.

Общеизвестен педагогический талант Леонида Ивановича, его насыщенные и блестящие лекции; его стремление к рациональному и обоснованному познанию было источником для многих выступлений с научной полемикой.

Громадное значение для развития научных кадров самой высокой квалификации имели семинары Л. И. Седова по гидроаэродинамике и механике сплошной среды. Простота и доступность в лучшем значении этих слов привлекают к нему людей разнообразных интересов, положения, возраста и характера. Это позволило ему создать многие спаянные, сильные научные коллективы. Он активно участвует в разработке, составлении и внедрении новых учебных планов и новых общих и специальных курсов по механике.

В свой юбилейный год Леонид Иванович столь же творчески богат, деятелен, работоспособен, талантлив, как и в течение всей своей жизни. Сейчас он заведует кафедрой гидромеханики Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, состоит председателем Научного совета Академии наук СССР по механике жидкостей и газов, заведует Отделением механики Московского университета и является первым заместителем председателя Национального комитета СССР по теоретической и прикладной механике.

Л. И. Седов вкладывает много сил в научную журнально-издательскую деятельность. Он основал в 1952 г. реферативный журнал «Механика» и является с тех пор его главным редактором, он также главный редактор журнала «Космические исследования» и заместитель главного редактора журнала «Доклады Академии наук СССР», член редакционных

коллегий журналов «Прикладная математика и механика», «Известия АН СССР», «Механика жидкости и газа» и ряда международных и иностранных журналов.

Л. И. Седов — член многих международных и советских жюри и комитетов по присуждению премий и почетных званий в области науки и техники. Он ведет значительную научно-общественную работу; выступает по радио, телевидению и в печати по различным научным, моральным и политическим вопросам. Ряд его статей посвящен великим ученым-механикам. Некоторые из этих статей содержатся в его книге «Мысли об ученых и науке прошлого и настоящего» (1973 г.) (см. также брошюру «Галилей и основы механики» (1964 г.), опубликованный текст доклада на юбилейной сессии Национальной Академии деи Линчеи в Риме «Работы Леви-Чивита в области аналитической механики» (1973 г.)).

Л. И. Седов — блестящий представитель отечественной науки, ее гордость.

Редакция журнала, коллеги и ученики Леонида Ивановича от души поздравляют его с днем рождения и желают ему здоровья и новых больших творческих успехов в научной, педагогической и общественной деятельности.

*М. А. Лаврентьев*

---