

## ЛЕВ ГЕРАСИМОВИЧ ЛОЙЦЯНСКИЙ

*(К 70-летию со дня рождения)*

Лев Герасимович Лойцянский родился в Ленинграде 26 декабря (н.с.) 1900 г. в семье типографского рабочего. В 1907 г. поступил в гимназию. В 1917 г. был принят в Ленинградский университет на математическое отделение физико-математического факультета. В 1918 году перешел на то же отделение Крымского университета в Симферополе. В 1921 г. получил высшее образование и по представлению проф. Н. М. Крылова был оставлен при кафедре математики Крымского университета для подготовки к научной и преподавательской деятельности; преподавал в университете аналитическую геометрию и анализ.

В 1922 г. Л. Г. Лойцянский вернулся в Ленинград. По представлению проф. А. А. Фридмана он был избран в ассистенты на кафедру теоретической механики в Ленинградском политехническом институте (ЛПИ), а в 1924 г. получил звание доцента той же кафедры. В 1929 г. был утвержден в звании профессора кафедры механики Ленинградского педагогического института им. А. И. Герцена, в котором по совместительству читал лекции по теоретической механике. В 1930 г. занял в ЛПИ должность профессора кафедры теоретической механики, а в 1934 г. в том же институте организовал и возглавил кафедру гидроаэродинамики, которой бессменно заведует и по настоящее время.

Параллельно с основной работой в ЛПИ Л. Г. Лойцянский организовал в 1929 г. при Главной палате мер и весов (ныне Всес. научн.-исслед. ин-т метрологии и стандартизации) аэрометрическую лабораторию, которой заведывал до 1931 г.

С 1935 по 1941 г. Л. Г. Лойцянский состоял постоянным научным консультантом в ЦАГИ (Москва), а с начала Великой Отечественной войны был приглашен в ЦАГИ для руководства одним из научных отделов этого института. По окончании войны в 1945 г. вернулся в ЛПИ на кафедру. С 1938 по 1940 г. работал старшим научным сотрудником в Институте механики АН СССР. Был научным руководителем в Центральном котлотурбинном институте им. Ползунова, во Всесоюзном научно-исследовательском институте гидротехники, в Центральном научно-исследовательском институте им. А. Н. Крылова. С 1938 по 1941 г. читал курсы теоретической механики в Военной электротехнической академии им. С. М. Буденного и других вузах Ленинграда.

В 1935 г. научные достижения Л. Г. Лойцянского были оценены присуждением ему ученой степени доктора физико-математических наук без защиты диссертации (по представлению акад. С. А. Чаплыгина).

За работу в авиационной промышленности в период Великой Отечественной войны Л. Г. Лойцянский награжден орденами Красной Звезды и Трудового Красного Знамени, а в 1946 г. за исследования по аэродинамике скоростных самолетов был удостоен (совместно с А. А. Дородницыным) Государственной премии.

За дальнейшую работу по руководству кафедрой и специальностью в ЛПИ Л. Г. Лойцянский был награжден орденом Ленина, вторым орденом Трудового Красного Знамени и почетными грамотами, а в 1968 г. указом Президиума Верховного Совета РСФСР получил звание заслуженного деятеля науки и техники. В конце 1969 г. он был избран членом-корреспондентом Международной астронавтической академии.

Л. Г. Лойцянский вел и продолжает вести большую научно-общественную работу. Он заместитель председателя Национального комитета СССР по теоретической и прикладной механике, заместитель председателя Научного совета по проблемам механики жидкости и газов при Отделении механики и процессов управления АН СССР, заместитель председателя физико-математической секции РИСО АН СССР, член экспертной комиссии ВАК МВ и ССО СССР, член президиума научно-методического совета по механике МВ и ССО СССР, член редколлегий журналов «Техническая физика» и «Изв. АН СССР, Механика жидкости и газа», член ученого совета Физико-технического института АН СССР А. Ф. Иоффе, член совета Дома ученых, член художественного совета киностудии «Ленфильм».

Свыше ста научных работ, среди которых наряду с оригинальными трудами имеются учебные руководства, монографии, обзоры и библиографические статьи, было опубликовано Л. Г. Лойцянским за пятьдесят лет его научной и педагогической деятельности.

\* \* \*

Первые работы Л. Г. Лойцянского относились к прикладной математике. Особенного внимания заслуживают его исследования по приложению теории функций комплексного переменного в теории плоских кинематических механизмов с двумя степенями свободы. Развивая метод, основы которого были заложены еще А. Пуанкаре, Л. Г. Лойцянский применил этот метод в теории механизмов, осуществляющих конформные преобразования, и установил некоторые общие теоремы о возможных конструкциях таких «конформных трансформаторов движения». Аналогичным методом были им исследованы и некоторые другие плоские механизмы, в частности приближенные прямолинейно направляющие механизмы. Изложенные в этих работах идеи получили дальнейшее развитие в исследованиях С. С. Бюшгенса, А. И. Лурье и С. А. Гершгорина. Наряду с методом комплексного переменного в вопросах этого рода с успехом были применены и приемы проективной геометрии.

К первым годам научной деятельности Л. Г. Лойцянского относятся также его исследования по теории приближенного обращения функций и интегралов, в которых эта задача решается путем применения рядов по ортогональным функциям. Эти результаты были обобщением известного метода М. И. Акимова, основанного на применении функций Бесселя от бесчисленного множества переменных к решению встречающегося в задачах небесной механики и теории колебаний обобщенного уравнения Кеплера.

Чтобы характеризовать разнообразие научных интересов молодого ученого, отметим относящиеся к тому же первому периоду работы: новый вывод формулы Эйлера конечного поворота твердого тела, колебания отнositельного авиационного уклономера, колебания твердой частицы на грохоте при наличии сухого трения, колебания при наличии степенного закона сопротивления и некоторые другие.

Основные результаты исследований Л. Г. Лойцянского относятся к теоретической и прикладной гидродинамике, и в первую очередь к динамике вязкого газа, теории пограничного слоя и турбулентных движений в жидкостях и газах.

В раннем цикле работ были выполнены исследования по управлению пограничным слоем на плохо обтекаемых телах с целью уменьшения их сопротивления и интенсификации теплоотдачи, проведены поиски способов турбулизации пограничных слоев с целью уменьшения сопротивления плохо обтекаемых тел. Эти работы были завершены большим обзором (совместно с А. А. Гухманом и В. С. Жуковским) методов интенсификации теплообмена и уменьшения сопротивления тел.

Более поздний цикл работ того же прикладного направления содержит теорию сопротивления решеток, имитирующих рабочие колеса турбомашин. В этих работах были установлены новые формулы сопротивления решеток профилей. Формулы эти были затем проверены на опыте и вошли в практику расчетов потерь и к.п.д. рабочих колес. Общей проблеме связи результатов натурных испытаний гидротурбин с данными предварительных испытаний моделей была посвящена работа (совместно с Л. А. Симоновым), в которой удалось установить причину заниженных значений к.п.д. турбин по лабораторным измерениям. Ряд работ носил чисто экспериментальный характер и относился к изучению работы отдельных измерительных приборов (высоко точный микроанометр, термоанометры).

В начале тридцатых годов в вопросах теории пограничного слоя Л. Г. Лойцянский добился больших результатов в создании новых методов расчета как плоских и осесимметричных, так и общих пространственных пограничных слоев. Им еще в 1936—1937 гг. были впервые поставлены и приближенно решены задачи пространственного пограничного слоя вблизи линии пересечения двух плоскостей и поверхностей.

К этому же времени относятся и некоторые критические исследования общепринятого тогда метода Кармана-Польгаузена, в которых были указаны пути возможного его усовершенствования.

Особое значение приобрели созданные Л. Г. Лойцянским в период 1941—1945 гг. приближенные однопараметрические методы расчета ламинарного и турбулентного пограничного слоя; эти методы получили применение в практике научно-исследовательских институтов и конструкторских бюро авиационной и энергомашиностроительной промышленности. В одной из этих работ (совместно с Н. Е. Кочиным) был изложен метод расчета ламинарного пограничного слоя, основанный на использовании существующего однопараметрического класса точных решений Фокнера-Скэн. За цикл этих работ Л. Г. Лойцянскому совместно с А. А. Дородницыным в 1946 г. была присуждена Государственная премия.

Наряду с приближенными однопараметрическими методами Л. Г. Лойцянским были предложены более точные методы, основанные на применении вариационного принципа Журдена, а также на оригинальном применении общего метода моментов. Последний метод получил большое распространение, в дальнейшем он используется в задачах тепломассообмена.

Сравнительно недавно Л. Г. Лойцянский вернулся к рассмотрению методов расчета пограничных слоев; он разработал обладающий большой точностью метод интегрирования уравнений пограничного слоя, преобразованных им к универсальной форме; при этом можно выполнить численное (машинное) интегрирование этих уравнений раз и навсегда для разнообразных задач пограничного слоя как в несжимаемой жидкости, так и в газе при больших скоростях.

В этой постановке однопараметрические методы, в некоторых своих частях содержавшие интуитивные элементы, получили строгое обоснование как первое приближение в более общем алгоритме. В настоящее время составлены таблицы, позволяющие применять этот метод в одно- и двухпараметрическом приближениях в практических расчетах. Метод

Л. Г. Лойцянского нашел применение и в новых областях науки: в магнитной гидродинамике, теории пространственного пограничного слоя и др.

В 1940 г. Л. Г. Лойцянский опубликовал монографию «Аэродинамика пограничного слоя», в которой подвел итоги довоенных, советских и зарубежных достижений в области теории пограничного слоя за тридцать пять лет этой, к тому времени еще молодой, области гидроаэродинамики. Монография стала настольной книгой для инженеров и научных работников, занимающихся аэродинамическими расчетами, и до сих пор еще не потеряла своего значения. В ней нашли отражение и личные научные результаты ее автора.

В 1962 г. вышла в свет монография «Ламинарный пограничный слой», в которой освещен современный этап развития теории пограничного слоя с учетом новых физических проблем, возникающих в этой области при больших скоростях движения газа. В 1967 г. эта монография, дополненная новыми материалами, вышла в свет на немецком языке.

Близкими по методам к работам по пограничному слою были исследования Л. Г. Лойцянского ламинарных и турбулентных струй. Основным достижением в этой области следует признать выдвинутую им постановку, а также оригинальные решения задач о закрученных струях с прямолинейной осью и радиально-щелевых, веерных струях. До появления этих работ в 1953 г. в литературе рассматривались лишь незакрученные струи. Метод Л. Г. Лойцянского получил большое развитие и теперь распространен не только на динамические, но и на тепловые задачи.

Научные работы Л. Г. Лойцянского развивались главным образом в двух основных направлениях в теории турбулентных движений: феноменологическом (полуэмпирическом) и статистическом. В первом из этих направлений исследование Л. Г. Лойцянского относились прежде всего к обоснованию полуэмпирических теорий. Уже в ранних работах 1933 г. им была дана критика полуэмпирических теорий Прандтля и Кармана и указаны пути их усовершенствования. Главным достижением явилось установление общего закона трения, справедливого во всей области потока, включая близкую к стенке, где уже нельзя пренебрегать влиянием обычной, молекулярной вязкости на турбулентную молярную вязкость.

Предложенное Л. Г. Лойцянским обобщение не только позволило глубже понять сущность полуэмпирических теорий Прандтля и Кармана, но и легло в основу новой теории взаимодействия молекулярного и молярного обмена в турбулентном движении вблизи твердых стенок, развитой им в дальнейшем. Результаты применения этой теории для расчета тепломассообмена, особенно в случаях течений с большими значениями чисел Прандтля, получили широкую известность и вошли в практику расчетов.

В области статистической теории турбулентности Л. Г. Лойцянским была установлена возможность существования некоторой сохраняющейся во времени величины (инварианта Лойцянского), характеризующей интенсивность возмущений в однородном и изотропном турбулентном потоке. Инвариант Лойцянского был использован в многочисленных исследованиях (Карман, Лин, Гейзенберг) и цитируется во всех советских и зарубежных монографиях по турбулентности. А. Н. Колмогоров применял его в своих известных исследованиях по теории турбулентности. Условия существования инварианта были в дальнейшем проанализированы Л. И. Седовым, который указал границы существования этого инварианта. Установление инварианта помогло решению задачи о вырождении однородной и изотропной турбулентности на последних стадиях ее вырождения. Впоследствии существование аналогичного инварианта было установлено в случаях однородных и изотропных турбулентных движений в сжимаемой жидкости, а также при наличии магнитогидродинамических явлений.

К теории турбулентного движения относятся также многочисленные теоретические и экспериментальные работы Л. Г. Лойцянского по изучению явления перехода ламинарного движения в турбулентное. В сотрудничестве с А. А. Дородницыным был разработан простой практический метод расчета точки перехода в пограничном слое на крыле самолета. Были предложены оригинальные приборы для косвенного измерения интенсивности турбулентности в искусственных потоках (аэродинамические трубы) и в натуральных условиях. Л. Г. Лойцянским была опубликована также теория турбулентного движения вблизи шероховатой поверхности.

В раздел динамики вязкой жидкости должны быть также включены исследования Л. Г. Лойцянского по гидродинамической теории подшипников и подвесов — области, имеющей большое практическое значение для приборостроения. В этих работах были выведены общие формулы для подерживающей силы и момента сопротивления сферического шипа при произвольном его движении относительно сферического подшипника при наличии несжимаемой и сжимаемой смазки и определены условия устойчивости равновесия воздушного подвеса сферы в чаше сферической формы. Под руководством Л. Г. Лойцянского были выполнены также экспериментальные исследования воздушных подвесов, применяемых как опоры с ничтожным трением в приборостроении.

Делу преподавания гидроаэродинамики у нас в Союзе и за рубежом много способствовала фундаментальная книга Л. Г. Лойцянского «Механика жидкости и газа» (Гостехтеориздат, 1950 г. и 1957—59 гг.). Курс этот пользуется большой популярностью в кругах преподавателей, студентов и инженеров: он был переиздан в КНР, Чехословакии и Венгрии, и несколько лет тому назад в Англии. Той же цели служили выпущенные еще в тридцатых годах литографированные лекции Л. Г. Лойцянского по механике вязких жидкостей, а также две его монографии: «Аэродинамика пограничного слоя» и «Ламинарный пограничный слой», о которых уже было сказано выше.

Многое было сделано Л. Г. Лойцянским для улучшения преподавания гидроаэродинамики и теоретической механики во втузах. Этому важному делу была посвящена значительная часть его деятельности.

Большое число изданий, начиная с 1934 г., выдержал широко известный в Советском Союзе и за рубежом двухтомный «Курс теоретической механики» Л. Г. Лойцянского и А. И. Лурье, а также трехтомная «Теоретическая механика» тех же авторов. Эти книги стоят в ряду лучших основных учебных пособий для студентов втузов и университетов, они служат настольными книгами по механике аспирантам и инженерам и переведены на армянский, болгарский и китайский языки.

Л. Г. Лойцянскому принадлежит большое число научных статей для Большой Советской Энциклопедии, Технической Энциклопедии и Физического энциклопедического словаря, обзорных статей юбилейного характера в сборниках, посвященных развитию советской механики за 15, 25, 30 и 50 лет, а также специальные очерки развития теории пограничного слоя в СССР для зарубежных и советских изданий. В этих изданиях обзорного и библиографического характера особенно отчетливо выявилась большая научная эрудиция Л. Г. Лойцянского, его умение предельно кратко и четко излагать основные научные положения и идеи в их историческом развитии.

Редколлегия и редакция журнала «Изв. АН СССР, Механика жидкости и газа» желает Льву Герасимовичу Лойцянскому хорошего здоровья и творческих успехов.

## СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ Л. Г. ЛОЙЦИАНСКОГО

1923

1. О приближенном обращении функций. Матем. сб., т. 31, вып. 3/4.

1924

2. Несколько слов по поводу практического применения метода приближенного обращения функций. Матем. сб., т. 32, вып. 1.
3. Об одном графическом методе решения уравнений. Ж. Русск. физ.-хим. об-ва, т. 56, вып. 4.
4. Про конформне перетворення, що здійснюється кінематичним ланцюгом з двома ступнями свободи. Зап. фіз.-матем. відділу, т. 1, вып. 2, стр. 7—9.
5. Про деякі механізми в двома ступнями вільності, що здійснюють конформне претворення. Зап. фіз.-матем. відділ, т. 1, вып. 2, стр. 48—50.

1925

6. Ueber einige Anwendungen der Complexen Größen in der Theorie der Mechanismen. Proc. First Internat. Congr. Appl. Mech., Delft, p. 410.
7. О некоторых общих типах конформных трансформаторов движения. Изв. Ленингр. политехн. ин-та, т. 29.
8. К вопросу о проверке авиационных уклономеров. Ж. прикл. физ., т. 2, вып. 1—2.

1926

9. Основания графической математики. Пособие для самообучения и самообразования, Л., Изд-во Сев.-Зап. обл., Промбюро ВСНХ.

1927

10. Об одной формуле в теории конечного вращения твердого тела. Изв. Ленингр. политехн. ин-та, т. 30.
11. О некоторых свойствах движения Уатта. Изв. Ленингр. политехн. ин-та, т. 30.

1928

12. Приближенное конформное преобразование и его применение в теории механизмов. Ж. прикл. физ., т. 5, вып. 3—4.

1929

13. Применение обобщенных рядов Фурье к задаче о негармонических колебаниях системы. Изв. Ленингр. политехн. ин-та, т. 32.
14. Основания синтетической теории конформных трансформаторов движения. Ж. прикл. физ., т. 6, вып. 3—4.

1930

15. Теория и опытное исследование относительного уклономера маятникового типа.
16. Установление эталона малых давлений. I Всес. конф. по аэродинамике. М., Гос. авиац. и автотранспортное изд-во.

1932

17. Расчет и опытная проверка относительных уклономеров маятникового типа. Ж. техн. физ., т. 1, вып. 8.  
I Всес. конф. по аэродинамике. М., Гос. авиац. и автотранспортное изд-во.

1933

18. Основы механики вязкой жидкости, ч. 1. Физическое поле и кинематика. Л., Комиссия по улучшению быта учащихся.
19. Основы механики вязкой жидкости, ч. 2. Динамика жидкости. Л., Комиссия по улучшению быта учащихся.
20. Теоретическая механика, ч. 1. Кинематика. М.—Л., Гостехтеоретиздат (совм. с А. И. Лурье).
21. Теоретическая механика, ч. 2. Динамика. М.—Л., Гостехтеоретиздат (совм. с А. И. Лурье).
22. Отрыв струй с поверхности цилиндра, обтекаемого вязкой жидкостью. ПММ, т. 1, вып. 1.
23. Экспериментальное исследование методов искусственного уменьшения сопротивления тел. ПММ, т. 1, вып. 2 (совм. с В. А. Швабом).

24. Турбулентное движение жидкости и внутренняя задача. Изв. Научн.-исслед. ин-та гидротехн., т. 9.

1934

25. Курс теоретической механики, ч. 1. Статика и кинематика, изд. 1. М.—Л., Гостехиздат. То же, изд. 4. 1948 (совм. с А. И. Лурье).  
27. Теоретическая механика, ч. 3. Динамика несвободной системы и теория колебаний. М.—Л., Гостехтеоретиздат (совм. с А. И. Лурье).  
28. Теоретическая механика. Кинематика. Изд. Воен.-морск. акад. (совм. с А. А. Фридманом).  
29. Sur quelques methodes de la reduction de la resistance hydrodynamique et de intensification de la transmission de la chaleur. Techn. Phys. of USSR, 1934, vol. 1, N 2. (Goukhman A., Goukovsky W.).  
30. Курс теоретической механики, ч. 2, Динамика, Изд. 1. М.—Л., Гостехиздат. То же, изд. 4. 1948 (совм. с А. И. Лурье).

1935

31. О некоторых приложениях метода подобия в теории турбулентности. ПММ, т. 2, вып. 2.  
32. Проблема сопротивления в свете современных взглядов физической аэродинамики. Тр. III Всес. конф. по аэродинамике, ч. 2. М., 1933, М., ЦАГИ им. Н. Е. Жуковского, 1935.  
33. Турбулентное движение. Техн. энциклопед., т. 24. М., «Сов. энциклопедия» (совм. с А. А. Гухманом).  
34. К теории кризиса сопротивления плохо обтекаемых тел. Тр. ЦАГИ, № 237.  
35. Тепловая шкала турбулентности. Тр. ЦАГИ, вып. 239 (совм. с В. А. Швэббом).

1936

36. Взаимодействие пограничных слоев. Тр. ЦАГИ, вып. 249.  
37. Об универсальных формулах в теории сопротивления шероховатых труб. Тр. ЦАГИ, вып. 250.  
38. О движении жидкости в пограничном слое вблизи линии пересечения двух плоскостей. Тр. ЦАГИ, вып. 279 (совм. с В. П. Большаковым).

1937

39. Об одной задаче теории пространственного пограничного слоя. Тр. Ленингр. индустр. ин-та, Сер. физ.-матем. н., № 1.  
40. Движение жидкости в пограничном слое вдоль линии пересечения двух поверхностей. Тр. Ленингр. индустр. ин-та, вып. 2.

1938

41. Пространственный пограничный слой и трение вблизи бокового края пластины, продольно обтекаемой вязкой жидкостью. ПММ, т. 2, вып. 2.  
42. Механика. БСЭ, т. 39. М., ОГИЗ РСФСР (совм. с А. И. Лурье).

1939

43. Некоторые основные закономерности изотропного турбулентного потока. Тр. ЦАГИ, вып. 440.

1940

44. Механика в СССР за 15 лет. М., Изд-во АН СССР (совм. с Б. Г. Галеркиным и А. И. Лурье).

1941

45. Интегральные методы теории пограничного слоя. ПММ, т. 5, вып. 3.  
46. Аэродинамика пограничного слоя. М.—Л., Гостехиздат.  
47. О масштабном эффекте в гидротурбинах. Инж. сб., т. 1, вып. 1 (совм. с Л. А. Симоновым).

1942

48. Об изменении сопротивления тел путем заполнения пограничного слоя жидкостями с другими физическими константами. ПММ, т. 6, вып. 1.  
49. Приближенный метод расчета ламинарного пограничного слоя на крыле. Докл. АН СССР, т. 35, № 8.  
50. Ламинарный пограничный слой на теле вращения. Докл. АН СССР, т. 36, № 6.  
51. Об одном приближенном методе расчета ламинарного пограничного слоя. Докл. АН СССР, Новая сер., т. 36, № 9 (совм. с Н. Е. Кочинным).  
52. Механика в СССР за 25 лет. М., Изд-во АН СССР (совм. с Б. Г. Галеркиным).

1944

53. Пограничный слой крылового профиля при больших скоростях. Тр. ЦАГИ, вып. 551 (совм. с А. А. Дородницыным).

1945

54. Переход ламинарного пограничного слоя в турбулентный и ламинарный профили. Тр. ЦАГИ, вып. 563 (совм. с А. А. Дородницыным).  
 55. К теории перехода ламинарного слоя в турбулентный. ПММ, т. 9, вып. 4 (совм. с А. А. Дородницыным).  
 56. Приближенный метод расчета турбулентного пограничного слоя на профиле крыла. ПММ., т. 9, вып. 6.

1947

57. Обратное влияние пограничного слоя на распределение давления на поверхности тела, обтекаемого реальной жидкостью. ПММ, т. 11, вып. 2.  
 58. Сопротивление решетки профилей, обтекаемой вязкой несжимаемой жидкостью. ПММ, т. 11, вып. 4.  
 59. Некоторые вопросы гидроаэродинамики турбинных и компрессорных решеток. Котлотурбостроение, № 5.  
 60. Работы института в области теоретической механики. Тр. Ленингр. политехн. ин-та, № 6, стр. 40—49 (совм. с А. И. Лурье).

1949

61. Обобщение формулы Жуковского на случай профиля в решетке, обтекаемой сжимаемым газом при дозвуковых скоростях. ПММ, т. 13, вып. 2.  
 62. Сопротивление решетки профилей в газовом потоке с докритическими скоростями. ПММ, т. 13, вып. 2.  
 63. Приближенный метод интегрирования уравнений ламинарного пограничного слоя в несжимаемом газе. ПММ, т. 13, вып. 5.

1950

64. Механика жидкости и газа. М.—Л., Гостехтеориздат.  
 65. Пограничный слой. В кн.: «Механика в СССР за 30 лет», М.—Л., Гостехиздат, стр. 300—320.

1952

66. Динамика. БСЭ, Изд. 2, т. 14, стр. 362—369. М., «Сов. энциклопедия» (совм. с А. И. Лурье).  
 67. Гидромеханика, БСЭ, Изд. 2, т. 11. М., «Сов. энциклопедия».

1953

68. Распространение закрученной струи в безграничном пространстве, затопленном той же жидкостью. ПММ, т. 17, вып. 1.  
 69. Радиально-щелевая струя в пространстве, затопленном той же жидкостью. Тр. Ленингр. политехн. ин-та, № 5.

1954

70. Свободные и вынужденные колебания при наличии квадратичного и промежуточного между линейным и квадратичным законом сопротивления. Инж. сб., т. 18.

1955

71. Гидродинамическая теория сферического подшипника. ПММ, т. 19, вып. 5.

1956

72. К теории сферического подшипника. ПММ, т. 20, вып. 1.

1957

73. Механика жидкости и газа, Изд. 2. М., Гостехиздат. То же, М., Физматгиз, 1959.

1958

74. Гипотеза локальности в турбулентном движении жидкости при наличии вязкости. ПММ, т. 22, вып. 5.  
 75. Гидродинамическая теория сферического подвеса. Тр. Ленингр. политехн. ин-та, № 198 (совм. с Л. Г. Степанянцем).



1960

76. Перенос тепла в турбулентном движении. ПММ, т. 24, вып. 4.
77. Полуэмпирические теории взаимодействия процессов молекулярного и молярного обмена в турбулентном движении жидкости. Тр. Всес. съезда по теорет. и прикл. механ. М.—Л., Изд-во ЛО АН СССР, 1962.
78. Аэродинамика. Физ. энциклопед. словарь, т. 1, М., «Сов. энциклопедия».
79. Гидродинамика. Физ. энциклопед. словарь, т. 1, М., «Сов. энциклопедия».

1961

80. Применение метода Кармана к расчету турбулентного пограничного слоя на пластине в газовом потоке. Тр. Ленингр. политехн. ин-та, 1961, № 217 (совм. с Ю. В. Лапиным).

1962

81. Ламинарный пограничный слой. М., Физматгиз, 1962.
82. Sur l'action reciproque de la transmission moléculaire et molaire dans l'écoulement turbulent. Proc. 10-th Internat. Congr. Appl. Mech. (Stresa, Italy, 1960). Elsevier, Amsterdam — New York.

1964

83. Движения в пограничном слое, близкие к автомодельным. Тр. Ленингр. политехн. ин-та, 1964, № 230.
84. Движения жидкости в пограничном слое, близкие к автомодельным. Arch. Mech., vol. 16, No 3.
85. Современные аналитические методы теории ламинарного пограничного слоя. Аннот. докл. на II Всес. съезде по теорет. и прикл. механ. (М., 29 января — 5 февраля 1964).
86. Sur la méthode paramétrique dans la theorie de la couche limite laminaire. Proc. 11-th Internat. Congr. Appl. Mech. (Münich, Germany), Springer — Verlag.
87. Универсальные уравнения ламинарного пограничного слоя. Тр. Ленингр. политехн. ин-та, № 238.

1965

88. Универсальные уравнения и параметрические приближения в теории ламинарного пограничного слоя. ПММ, т. 29, вып. 1.
89. Пограничный слой. Физ. энциклопед. словарь, т. 4. М., «Сов. энциклопедия».

1966

90. Mechanics of Liquids and Gases. Second revised Edit. Oxford, Pergamon Press.

1967

91. Универсальные уравнения теории ламинарного пограничного слоя и параметрические методы их интегрирования. Тр. Ленингр. политехн. ин-та, № 280.
92. Параметрический метод в теории ламинарного пограничного слоя. Arch. Mech. Stosowanej.
93. Laminar Grenzschichtstheorie. Acad. Verlag, Berlin (перераб. и дополн. по сравнению с советским изданием).

1968

94. Универсальные уравнения движения вязких жидкостей и газов в пограничном слое. Ст. в Юбилейном сб. Гданьского политехн. ин-та, посвященном 40-летию научной деятельности проф. Р. Шевальского.

1969

95. Параметры подобия в теории пограничного слоя. Сб. «Проблемы механики сплошной среды». М., «Наука». (Америк. перев.: Soc. for Industr. and Appl. Math. Philadelphia, Pensilvania).
96. Approximate Methods in Boundary Layer Theory. 12-th Internat. Congr. Appl. Mech. Stanford, 1968, Berlin — New York, Springer — Verlag.

1970

97. The development of boundary-layer theory in the USSR. Ann. Rev. of Fluid Mech., Publ. by Ann. Rev., Inc., vol. 2, Palo Alto, California, USA.
98. Механика жидкости и газа, Изд. 3. М., «Наука», 1970.
99. Динамика вязких жидкостей и газов, теория ламинарных и турбулентных пограничных слоев. В кн.: «Механика в СССР за 50 лет», т. 2. М., «Наука», 1970 (совм. с Ю. В. Лапиным, Ю. П. Лунькиным, В. Л. Нейландом, В. В. Сычевым, Г. А. Тирским).