



ГОРИМИР ГОРИМИРОВИЧ ЧЕРНЫЙ

(К восьмидесятилетию со дня рождения)

Горимиру Горимировичу Черному, выдающемуся ученому-аэрогазодинамику нашего времени 22 января 2003 г. исполнилось 80 лет. Исследования, выполненные им лично и его многочисленными учениками и последователями, оказали и продолжают оказывать нередко определяющее влияние на развитие механики жидкости и газа, а через них – на создание и совершенствование авиационной и ракетной техники.

Г.Г. Черный – яркий представитель тех героических предвоенных поколений, которым наше Отечество обязано своими победами и величием в войне и в последующие мирные десятилетия. С первых дней Великой Отечественной войны он, студент первого курса Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, вступив добровольцем в народное ополчение, оказался в действующей армии. Познав горечь поражений, потерь боевых товарищей, отступлений и выхода из окружений и пройдя почти всю войну рядовым на переднем крае, он закончил ее в звании сержанта с ранениями и боевыми наградами.

Научная деятельность Г.Г. Черного началась в годы, когда прогресс реактивной и ракетной техники поднимал массу проблем, требовавших быстрого объяснения и решения. В 1952 г., всего через три года после окончания МГУ, в который он вернулся в 1945 г., Г.Г. Черный был назначен начальником новой, созданной по инициативе его учителя – Леонида Ивановича Седова Лаборатории газовой динамики Центрального института авиационного моторостроения (ЦИАМ) им. П.И. Баранова. Начальником этой лаборатории он пробыл до 1970 г. В 1960 г., не прерывая работу в ЦИАМ, он стал директором Института механики МГУ, проработав на этом посту

до начала 1990-х годов. В настоящее время он – фактический научный руководитель этого института.

Перечислим важнейшие личные научные достижения Г.Г. Черного.

В середине 1950-х гг. Г.Г. Черный развил асимптотический метод интегрирования уравнений газовой динамики применительно к гиперзвуковым течениям с сильными ударными волнами. И тогда, и много позже, пока компьютеры и численные методы не достигли должного совершенства, этот метод оказался широко востребован. Во всем мире он вызвал появление обширной литературы, насчитывающей сотни работ. Все основные качественные результаты теории гиперзвукового обтекания, подтвержденные затем результатами вычислительной газовой динамики, первоначально были получены методом Г.Г. Черного. Этим методом с привлечением нестационарной аналогии Г.Г. Черный исследовал особенности гиперзвукового обтекания тел с малым затуплением. Найденные им параметры подобия в настоящее время считаются универсальными. Выполненное Г.Г. Черным исследование пространственного обтекания крыльев позволило ему дать полную классификацию возможных режимов гиперзвукового обтекания треугольных крыльев на больших углах атаки.

Несколько ранее (в 1954 г.) Г.Г. Черный построил теорию движений в вязком пограничном слое при наличии в нем поверхностей разрыва фазового состояния вещества, фронтов горения, конденсации, изменения агрегатного состояния. Эта теория нашла многочисленные приложения в работах отечественных и зарубежных ученых, в частности при создании методов расчета абляции тел, обтекаемых высокотемпературными потоками газа (при возвращении космических аппаратов), конденсации пара на охлаждаемых поверхностях, теплозащиты стенок камер сгорания и лопаток турбин вдувом газа через пористые поверхности. В связи с приближением пограничного слоя несомненный интерес представляют исследования Г.Г. Черного 1970-х гг., связанные с вязким обтеканием пластины, поверхность которой при фиксированной передней кромке движется навстречу набегающему потоку. В развитие задач о многофазных пограничных слоях им в начале 1990-х гг. построена математическая модель проникания горячих тел в плавящуюся твердую среду. Если перечисленные выше задачи рассматривались в чисто гидродинамическом приближении, то предложенная Г.Г. Черным почти одновременно (1989 г.) модель аномального проникания высокоскоростных микрочастиц в твердую мишень потребовала привлечения теорий упругости и образования микротрещин.

Велик вклад Г.Г. Черного в становление газовой динамики течений с детонационными волнами. Им рассмотрен широкий круг автомоделных задач, начиная с задачи обтекания конуса сверхзвуковым потоком детонирующего газа, установлены асимптотические законы поведения детонационных волн. Под его руководством и при активном участии в рамках простейшей модели задержки воспламенения, получены первые численные решения неавтомоделных задач сверхзвукового обтекания затупленных тел горючей смесью для детонационной волны нулевой толщины. Его работы сыграли решающую роль в понимании газодинамических проблем детонирующих смесей и в привлечении интереса к ним. В 1980-х гг. он с единой точки зрения сделал несколько аналитических обзоров результатов теоретических и экспериментальных исследований экзотермических волн в сплошных средах в связи с различными приложениями (химическая детонация и дефлаграция, светодетонационные волны, термоядерная детонация, волны кристаллизации и полимеризации). Были рассмотрены вопросы устойчивости и проанализировано возникновение регулярных пространственных структур в самоподдерживающихся экзотермических волнах. В 1999 г. Г.Г. Черным с коллегами предложена принципиально новая схема воздушно-реактивного детонационного двигателя – схема сверхзвукового пульсирующего детонационного проточного двигателя. От известных пульсирующих детонационных двигателей он отличается отсутствием периодически включающегося

источника зажигания, нужного лишь для запуска, и тем, что в нем детонационная волна все время распространяется против сверхзвукового потока, а пульсирующий детонационный процесс инициируется периодическими изменениями режима подачи топлива. Превосходя свои стационарные аналоги по удельному импульсу, новый двигатель отличается меньшими тепловыми потоками в стенке проточного тракта.

Г.Г. Черный выполнил исследования, сыгравшие ключевую роль в создании и развитии простых ("инженерных") моделей течения. В связи с квазиодномерным описанием течений в каналах им и Л.И. Седовым (1954 г.) обоснована процедура осреднения параметров с сохранением интегральных характеристик потока. Путем линеаризации уравнений закрученного течения он в 1956 г. получил критерий, определяющий коэффициенты расхода и тяги сопла. Как много позже показали двумерные расчеты, этот критерий применим при закрутках, уменьшающих коэффициент расхода на десятки процентов. В те же годы в рамках модели радиально уравновешенного течения он сформулировал и решил ряд задач оптимизации ступени турбомшины.

В самом начале своей научной деятельности (в 1950 г.) Г.Г. Черный решил задачу об обтекании тел, близких к клину, слабо возмущенным сверхзвуковым потоком. Построенное решение было востребовано в многочисленных приложениях, связанных с расчетом элементов сверхзвуковых воздушно-реактивных двигателей, с анализом генерации шума при прохождении неоднородностей потока через ударные волны и с другими проблемами. На его же основе Г.Г. Черный нашел первое точное решение вариационной задачи газовой динамики о построении головной части тела минимального сопротивления. В случаях, когда коэффициент отражения возмущений давления от головной ударной волны равен нулю, оптимальной головной частью плоского тела оказался клин. Разработанный Г.Г. Черным для доказательства этого результата оригинальный метод "варьирования в характеристических полосках" широко применяется при решении вариационных задач газовой динамики.

В 1953 г. Г.Г. Черный решил чрезвычайно важную для описания работы сверхзвуковых воздухозаборников задачу об устойчивости течения в канале с замыкающим скачком уплотнения. Ее актуальность определялась необходимостью организации эффективного торможения сверхзвукового потока в канале воздухозаборников воздушно-реактивных двигателей. Это предполагало расположение скачка вблизи минимального сечения канала, где число Маха потока слегка превышает единицу. Согласно уравнениям квазиодномерного течения при фиксированном давлении на выходе из канала стационарный скачок может располагаться и до, и после минимального сечения. Наличие двух стационарных решений, близость числа Маха перед скачком к единице, а его положения – к минимальному сечению обусловили необходимость анализа устойчивости такого течения. Как установил Г.Г. Черный, при отсутствии отражения возмущений от выхода из канала течение со скачком в расширяющемся канале устойчиво, а в сужающемся неустойчиво. Им же показана возможность стабилизации потока с помощью перфорированных стенок и присоединенных объемов.

В начале 1960-х гг. в приближенной постановке с использованием закона сопротивления Ньютона Г.Г. Черный и его ученик А.Л. Гонор нашли первые решения задач построения пространственных тел минимального сопротивления. В 1976 г. Г.Г. Черный предложил способ построения близких к оптимальным пространственным головным частям, примыкающих к круговому основанию. Все полученные до настоящего времени наиболее интересные результаты этого направления принадлежат Г.Г. Черному и его школе.

Руководя экспериментальными и теоретическими исследованиями по взаимодействию ударных волн с пограничным слоем, Г.Г. Черный в докомпьютерную эпоху (1952 г.) в нелинейном приближении решил задачу о взаимодействии косоугольного скачка с текущим у стенки дозвуковым потоком.

В последнее время одно из направлений научной деятельности Г.Г. Черного связано с управлением аэродинамическими характеристиками тел подводом энергии к обтекающему их сверхзвуковому потоку.

Вклад Г.Г. Черного в развитие аэрогазодинамики не ограничивается результатами, полученными им лично. К несомненным достижениям Г.Г. Черного следует отнести научные школы, созданные им в ЦИАМ и в Институте механики МГУ и имеющие серьезные достижения практически во всех областях газовой динамики.

Ученики Г.Г. Черного наряду с развитием его идей получили интересные и важные для аэрогазодинамики результаты в направлениях, которыми он лично непосредственно не занимался (например, в численных методах, магнито- и электрогазодинамических и многофазных течениях, в теории турбулентности). Однако и здесь влияние Г.Г. Черного огромно, ибо все сколь-нибудь значительные результаты обсуждались на руководимых им семинарах, а большинство работ по крайней мере начиналось под его руководством. В этом, как и в преподавании (в МФТИ и МГУ, где он с 1958 г. – профессор) – роль Г.Г. Черного как воспитателя ученых. Самое современное учебное пособие по газовой динамике – его книга "Газовая динамика" (Москва, Наука, 1988). Книга Г.Г. Черного "Течения газа с большой сверхзвуковой скоростью" (Москва, Физматгиз, 1959) дважды издавалась в США (в 1961 и 1969 гг.).

В 2000 г. исполнилось 70 лет со дня основания ЦИАМ, а в мае 2002 г. – 50 лет со дня основания Лаборатории газовой динамики ЦИАМ, первым начальником которой был Г.Г. Черный. В связи с этими юбилеями издан двухтомный сборник статей, опубликованных сотрудниками этой лаборатории в период их работы в ней ("Газовая динамика. Избранное". Москва, Физматлит, 2000 и 2001 гг.). Сборник дает достаточно полное представление о первых двадцати годах на удивление плодотворной научной деятельности Г.Г. Черного. Так как большинство авторов – его ученики и ученики его учеников, то одновременно сборник характеризует одну из школ Г.Г. Черного, причем не только в прошлом, но и в настоящем, а его самого – как выдающегося воспитателя ученых.

За достижения в аэрогазодинамике и механике Г.Г. Черному присуждались самые престижные научные премии нашей страны. За работы по гиперзвуковой аэродинамике ему в 1959 г. присуждена первая премия и Золотая медаль им. Н.Е. Жуковского. Цикл его исследований по гиперзвуковому обтеканию крыльев удостоен первой премии им. М.В. Ломоносова (1965 г.). В 1976 г. его исследования по теории детонации отмечены премией им. С.А. Чаплыгина. За работы в области прикладной газовой динамики он трижды (в 1972, 1978 и 1991 гг.) награждался Государственной премией СССР, а в 1985 г. – Премией Совета Министров СССР. За трудовые и научные достижения награжден орденами "Знак Почета" (1957 г.), Трудового Красного Знамени (1975 г.), Дружбы народов (1980 г.) и Орденом Почета РФ (1999 г.). В 1962 г. избран членом-корреспондентом, а в 1981 г. – действительным членом АН СССР.

О признании роли и влияния Г.Г. Черного говорят не только его многочисленные награды и титулы, но и то, что он уже много лет возглавляет Российский национальный комитет по теоретической и прикладной механике, кафедру аэродинамики МГУ и редколлегию журнала Известия РАН. Механика жидкости и газа, а с конца 2001 – начала 2002 гг. – двух новых журналов: Аэромеханика и газовая динамика и Успехи механики. Г.Г. Черный – авторитетный член редколлегий журналов Прикладная математика и механика и Доклады РАН и Реферативного журнала Механика. В течение многих лет Г.Г. Черный представлял нашу страну в Международном союзе по теоретической и прикладной механике и в Международной астронавтической федерации.

Редколлегия и редакция ПММ, многочисленные ученики и ученики учеников, коллеги, друзья и почитатели, сердечно поздравляя Горимира Горимировича Черного с юбилеем, желают ему крепкого здоровья и новых научных достижений.

СПИСОК ОСНОВНЫХ НАУЧНЫХ ТРУДОВ Г. Г. ЧЕРНОГО

1950

Сверхзвуковое обтекание профиля, близкого к клину // Тр. ЦИАМ им. П.И. Баранова. № 197. 11 с. = Газовая динамика. Избранное. В 2 т. Т. 1 / Ред.-сост. А.Н. Крайко. М.: Физматлит, 2000. С. 443–462.

Исследование наивыгоднейших режимов работы решетки профилей // Сборник работ по аэродинамике / Под ред. М.В. Келдыша. М.: Изд-во АН СССР. С. 20–52.

1952

Возникновение и форма поверхностей разрыва в потоках газа // Теоретическая гидромеханика / Под ред. Л.И. Седова. Вып. 2. М.: Оборонгиз. С. 42–62.

Влияние дозвуковой части пограничного слоя на положение скачков уплотнения // Теоретическая гидромеханика / Под ред. Л.И. Седова. Вып. 2. М.: Оборонгиз. С. 63–96.

1953

О влиянии вязкости и теплопроводности на течение газа за сильно искривленной ударной волной // Вестн. МГУ. Сер. физ.-мат. и естеств. наук. № 3. С. 95–100 (совм. с Л.И. Седовым, М.П. Михайловой) = Газовая динамика. Избранное. В 2 т. Т. 1 / Ред.-сост. А.Н. Крайко. М.: Физматлит, 2000. С. 188–194.

Режимы наибольшей работы ступени лопаточной машины // Теоретическая гидромеханика / Под ред. Л.И. Седова. Вып. 3. М.: Оборонгиз. С. 115–151.

Неустановившиеся движения газа в каналах с проницаемыми стенками. Об устойчивости скачка уплотнения в каналах // Тр. ЦИАМ им. П.И. Баранова. № 244. 12 с. = Газовая динамика. Избранное. В 2 т. Т. 1 / Ред.-сост. А.Н. Крайко. М.: Физматлит, 2000. С. 590–609.

1954

Исследование влияния управления пограничным слоем на торможение сверхзвукового потока в диффузорном канале // Техн. бюллетень ЦИАМ. № 8. С. 1–8 (совм. с И.П. Некрасовым, Н.Н. Славяновым).

Ламинарные движения газа и жидкости в пограничном слое с поверхностью разрыва // Изв. АН СССР. ОТН. № 12. С. 38–67 = Теоретическая гидромеханика / Под ред. Л.И. Седова. Вып. 7. М.: Оборонгиз, 1956. С. 3–40 = Газовая динамика. Избранное. В 2 т. Т. 1 / Ред.-сост. А.Н. Крайко. М.: Физматлит, 2000. С. 195–222.

Течение газа в трубе при наличии фронта пламени // Теоретическая гидромеханика / Под ред. Л.И. Седова. Вып. 4. М.: Оборонгиз. С. 31–36.

Об одном случае установившегося движения идеальной жидкости // Теоретическая гидромеханика / Под ред. Л.И. Седова. Вып. 4. М.: Оборонгиз. С. 37–39.

Об осреднении неравномерных потоков газа в каналах // Теоретическая гидромеханика / Под ред. Л.И. Седова. Вып. 4. М.: Оборонгиз. С. 17–30 (совм. с Л.И. Седовым) = Газовая динамика. Избранное. В 2 т. Т. 1 / Ред.-сост. А.Н. Крайко. М.: Физматлит, 2000. С. 23–34.

1955

Пограничный слой с поверхностью разрыва. Обтекание пластины с просачиванием жидкости сквозь ее поверхность // Докл. АН СССР. Т. 100. № 5. С. 867–870.

Конденсация движущегося пара на плоской поверхности // Докл. АН СССР. Т. 101. № 1. С. 39–42.

1956

Umströmung von Koerpern durch Gase mit sehr hoher Überschallgeschwindigkeit // Intern. Tagung über Staustrahlen und Raketen / Ed. by E. Saenger und I. Saenger-Brendt. Stuttgart. Verl. Flugtechnik. S. 221–236.

Режим наибольшей работы ступени без направляющего аппарата на входе в рабочее колесо и с ограниченной скоростью при выходе из него // Теоретическая гидромеханика / Под ред. Л.И. Седова. Вып. 7. М.: Оборонгиз. С. 137–146.

Обтекание тел газом при большой сверхзвуковой скорости // Докл. АН СССР. Т. 107. № 2. С. 221–224.

Одномерные неустановившиеся движения совершенного газа с сильными ударными волнами // Докл. АН СССР. Т. 107. № 5. С. 657–660.

Закрученные течения сжимаемого газа в каналах // Изв. АН СССР. ОТН. № 6. С. 55–62 = Газовая динамика. Избранное. В 2 т. Т. 1 / Ред.-сост. А.Н. Крайко. М.: Физматлит, 2000. С. 35–44.

1957

Задача о точечном взрыве // Докл. АН СССР. Т. 112. № 2. С. 213–216.

Адиабатические движения совершенного газа с ударными волнами большой интенсивности. Одномерные неустановившиеся движения // Изв. АН СССР. ОТН. № 3. С. 66–81 = Газовая динамика. Избранное. В 2 т. Т. 1 / Ред.-сост. А.Н. Крайко. М.: Физматлит, 2000. С. 261–278.

Обтекание тел идеальным газом при большой сверхзвуковой скорости // Изв. АН СССР. ОТН. № 6. С. 77–85 = Газовая динамика. Избранное. В 2 т. Т. 1 / Ред.-сост. А.Н. Крайко. М.: Физматлит, 2000. С. 279–291.

Влияние малого затупления передней кромки профиля на его обтекание при большой сверхзвуковой скорости // Докл. АН СССР. Т. 114. № 4. С. 721–724.

Обтекание тонкого затупленного конуса при большой сверхзвуковой скорости // Докл. АН СССР. Т. 115. № 4. С. 681–683.

О телах наименьшего сопротивления при больших сверхзвуковых скоростях // Изв. АН СССР. ОТН. № 7. С. 89–93 (совм. с А.Л. Гонором).

1958

Влияние малого затупления переднего конца тела на его обтекание потоком с большой сверхзвуковой скоростью // Изв. АН СССР. ОТН. № 4. С. 54–66 = Газовая динамика. Избранное. В 2 т. Т. 1 / Ред.-сост. А.Н. Крайко. М.: Физматлит, 2000. С. 292–308.

1959

Установившееся обтекание конуса потоком детонирующего газа // ПММ. Т. 23. Вып. 1. С. 182–186 (совм. с С.С. Квашниной) = Газовая динамика. Избранное. В 2 т. Т. 2 / Ред.-сост. А.Н. Крайко, А.Б. Ватажин, А.Н. Секундов. М.: Физматлит, 2001. С. 27–33.

Течения газа с большой сверхзвуковой скоростью. М.: Физматгиз. 220 с.

1960

Применение интегральных соотношений в задачах о распространении сильных ударных волн // ПММ. Т. 24. Вып. 1. С. 121–125 = Газовая динамика. Избранное. В 2 т. Т. 1 / Ред.-сост. А.Н. Крайко. М.: Физматлит, 2000. С. 315–320.

Газовая динамика // Физический энциклопедич. словарь. М.: Изд-во Сов. энциклопедия. Т. 1. С. 359–361.

Effect of slight blunting of leading edge of an immersed body on the flow around it at hypersonic speeds // NASA. TTR-35. 19 p.

1961

Метод интегральных соотношений для расчета течений газа с сильными ударными волнами // ПММ. Т. 25. Вып. 1. С. 101–107.

Introduction to Hypersonic Flow. N. Y.; L.: Acad. Press. 262 p.

1962

Tip-bluntness effects in hypersonic flow // Proc. 4th Intern. Symp. on Space Technol. and Science. Tokyo. P. 43–46.

The determination of body shapes of minimum drag using the Newton and Busemann pressure laws // Symp. on Extrem. Probl. in Aerodynamics. Seattle. Washington: Boeing Scientific Research Laboratories. P. 1–17 (совм. с А.Л. Гонором).

1963

Об аналогии с взрывом гиперзвукового обтекания тонкого притупленного впереди тела // Докл. АН СССР. Т. 151. № 2. С. 302–305.

О моментных соотношениях на поверхностях разрыва в диссипативных средах // ПММ. Т. 27. Вып. 5. С. 784–793 (совм. с Г.И. Баренблаттом) = Archiv mech. stosow. 1964. Т. 16. № 3. P. 829–830 = Газовая динамика. Избранное. В 2 т. Т. 1 / Ред.-сост. А.Н. Крайко. М.: Физматлит, 2000. С. 223–232.

1964

Гиперзвуковое обтекание крыльев при больших углах атаки // Докл. АН СССР. Т. 155. № 2. С. 302–305.

К исследованию тел наименьшего сопротивления при больших сверхзвуковых скоростях // ПММ. Т. 28. Вып. 2. С. 387–389.

Явление возникновения незамкнутых пространственных отрывных зон при сверхзвуковом обтекании газовым потоком тел сложной формы. Открытие № 298 с приоритетом от 17.01.1966 г. Зарегистрировано 29.11.1984 г. (совм. с В.С. Авдеевским, А.И. Зубковым, К.И. Медведевым, Ю.А. Пановым).

1965

Transversal contour of minimum pressure drag // Theory of Optimum Aerodynamic Shapes / Ed. by A.Miele. N. Y.; L.: Acad. Press. P. 283–295 (совм. с А. Л. Гонором) = Поперечный контур тела минимального волнового сопротивления // Теория оптимальных аэродинамических форм / Под ред. А.Л. Гонора. М.: Мир, 1969. С. 292–305.

Nonslender shapes of minimum pressure drag // Theory of Optimum Aerodynamic Shapes / Ed. by A.Miele. N. Y.; L.: Acad. Press. P. 373–385 (совм. с А. Л. Гонором.) = Формы нетонких тел минимального волнового сопротивления // Теория оптимальных аэродинамических форм / Под ред. А.Л. Гонора. М.: Мир, 1969. С. 379–395.

Плоское крыло в гиперзвуковом потоке // Докл. АН СССР. Т. 161. № 4. С. 791–794.

Сверхзвуковое течение // Физический энциклопедич. словарь. М.: Изд-во Сов. энциклопедия. Т. 4. С. 470–473.

Крылья в гиперзвуковом потоке // ПММ. Т. 29. Вып. 4. С. 616–634 = Газовая динамика. Избранное. В 2 т. Т. 1 / Ред.-сост. А.Н. Крайко. М.: Физматлит, 2000. С. 321–344.

1966

Flat wings in hypersonic flow // Proc. 11th Intern. Congr. on Appl. Mech. Berlin, etc.: Springer. P. 763–767.

Автомодельные задачи обтекания тел горючей смесью газов // Изв. АН СССР. МЖГ. № 6. С. 10–24 = Газовая динамика. Избранное. В 2 т. Т. 2 / Ред.-сост. А.Н. Крайко, А.Б. Ватажин, А.Н. Секундов. М.: Физматлит, 2001. С. 34–53.

Сверхзвуковое обтекание сферы горючей смесью газов // Изв. АН СССР. МЖГ. № 5. С. 8–13 (совм. с С.М. Гилинским, З.Д. Запряновым) = Газовая динамика. Избранное. В 2 т. Т. 2 / Ред.-сост. А.Н. Крайко, А.Б. Ватажин, А.Н. Секундов. М.: Физматлит, 2001. С. 54–62.

1967

Крыло под большим углом атаки в сверх- и гиперзвуковом потоке // Fluid Dynamics Transactions. Warszawa: PWN. V. 3. P. 485–492.

Асимптотический закон распространения плоской детонационной волны // Докл. АН СССР. Т. 172. № 3. С. 558–560.

Асимптотические законы поведения детонационных волн // ПММ. Т. 31. Вып. 3. С. 393–405 (совм. с В. А. Левиным) = Газовая динамика. Избранное. В 2 т. Т. 2 / Ред.-сост. А.Н. Крайко, А.Б. Ватажин, А.Н. Секундов. М.: Физматлит, 2001. С. 63–77.

Механика // Московский университет за 50 лет Советской власти. М.: МГУ. С. 185–204 (совм. с Л.И. Седовым).

1968

Сверхзвуковое обтекание сферы горючей смесью газов с учетом времени задержки воспламенения // Изв. АН СССР. МЖГ. № 1. С. 20–32 (совм. с С.М. Гилинским) = Газовая динамика. Избранное. В 2 т. Т. 2 / Ред.-сост. А.Н. Крайко, А.Б. Ватажин, А.Н. Секундов. М.: Физматлит, 2001. С. 78–90.

Сверхзвуковое обтекание тел с образованием фронтов детонации и медленного горения // Astronaut. Acta. V. 13. № 5/6. P. 467–480.

Одномерные нестационарные течения горючей смеси газов с учетом конечной скорости химических реакций // Изв. АН СССР. МЖГ. № 6. С. 7–19 (совм. с Е. Бишимовым, В.П. Коробейниковым, В.А. Левиным).

1969

Сверхзвуковое обтекание тел с образованием фронтов детонации и горения // Проблемы гидродинамики и механики сплошной среды. М.: Наука. С. 561–577 = Supersonic Flow past bodies with formation of detonation and combustion fronts // Problems of Hydrodynamics and Continuum Mechanics. Philadelphia, PA: SIAM. P. 145–169.

Возникновение колебаний при ослаблении волн детонации // ПММ. Т. 33. Вып. 3. С. 465–475.

Introduction to Hypersonic Flow (2nd ed.). N. Y.; L.: Acad. Press. 262 p.

High speed motion of a body in chemically active gases // Fluid Dynamics Transactions. Warszawa: PWN. V. 4. P. 458–500 (совм. с С. М. Гилинским).

1970

Теория сверхзвуковых течений газа // Механика в СССР за 50 лет. М.: Наука. Т. 2. С. 153–206.

Одномерные неустановившиеся движения горючих смесей газов с образованием волн типа детонационных // Вест. МГУ. Сер. Математика, механика. № 2. С. 125–134 (совм. с В.П. Коро-

бейниковым, В.А. Левиным, С.В. Медведевым) = One-dimensional unsteady motion of combustible gas mixtures associated with detonation waves // Astronaut. Acta. V. 15. № 5/6. P. 259–266.

Development of oscillations associated with the attenuation of detonation waves // Astronaut. Acta. V. 15. № 5/6. P. 371–375 (совм. с С.А. Медведевым).

High velocity motion of solid bodies in combustible gas mixtures // Astronautica Acta. V. 15. № 5/6. P. 539–545 (совм. с С.М. Гилинским).

Об основных проблемах и тенденциях в механике жидкостей и газов // Труды Юбил. Науч. сессии. Общее собр. отдел. Механики и процессов управления АН СССР. М.: Отделение механики и процессов управления АН СССР. С. 5–16 (совм. с Л.И. Седовым и В.В. Струминским).

1971

Носовая часть тела. Авторское свидетельство № 486571. Приоритет от 22.12.1972 г. Зарегистрировано 09.06.1975 г. (совм. с А.А. Гусаровым, В.А. Левиным).

1972

Propagation of blast waves in a combustible gas // Astronaut. Acta. V. 17. № 4 / 5. P. 529–537 (совм. с В.П. Коробейниковым, В.А. Левиным, В.В. Марковым).

1973

Lectures on the Theory of Exothermic Flows behind Shock Waves. Wien; New York: Springer. 143 p.

Lifting body configurations for sustained hypersonic flight // Astronautical Research / Ed. L. Napolitano. Dordrecht: D. Reidel Publ. Co. 1973. P. 137–146 (совм. с А.Л. Гонором).

Движение затупленных тел с большой скоростью в смеси водорода с кислородом // Докл. АН СССР. Т. 212. № 2. С. 316–319 (совм. с С.Ю. Чернявским).

Пограничный слой на пластине с подвижной поверхностью // Докл. АН СССР. Т. 213. № 4. С. 802–803.

К постановке задач о движении газа с поверхностями разрыва // Науч. тр. Ин-та механики МГУ. № 21. С. 128–149.

1974

Пограничный слой на движущейся поверхности // Избранные проблемы прикладной механики. М.: ВИНТИ. С. 709–719.

1975

On problems involving gas flows associated with gasdynamic discontinuities // Acta Astronaut. V. 2. № 9 / 10. P. 839–865.

1976

Пограничный слой на движущейся поверхности // Аэромеханика. М.: Наука. С. 99–104.

Исследование течения в окрестности точки перехода пересжатой цилиндрической и сферической волны детонации к режиму Чепмена–Жуге. М.: Изд-во МГУ. 11 с. (совм. с В. А. Левиным).

1977

Exothermic waves in gases // Theoretical and Applied Mechanics. / Ed. by W.T. Koiter. North-Holland Publ. Comp. P. 343–362.

1978

Пограничный слой на движущейся поверхности. Неавтомодельные решения // Некоторые вопросы механики сплошной среды. М.: Изд-во МГУ. С. 48–54 (совм. с В.М. Зубаревым).

The initiation of a detonation processes in H-Cl mixture // Arch. Termodyn. Spalania. V. 9. № 4. P. 613–622 (совм. с П. Воланьским, С. Вуйтицким, В.А. Левиным, А. Теодорчиком).

Спецтема. Открытие № 010. Приоритет от 13.07.1978. Зарегистрировано 08.02.1990 г. (совм. с А.Л. Гонором, С.П. Непобедимым, В.Ф. Мининым, Н.А. Остапенко, В.С. Пищулиным, В.Б. Рютиным).

Спецтема. Авторское свидетельство № 133127. Приоритет от 19.10.1978 г. Зарегистрировано 06.08.1979 г. (совм. с В.А. Левиным, Р.И. Сериковым, А.М. Стариком).

1979

Теоретическое и экспериментальное исследование аэродинамических характеристик пространственных тел // Изв. АН СССР. МЖГ. № 3. С. 97–102 (совм. с А.А. Гусаровым, В.М. Дворецким, М.Я. Ивановым, В.А. Левиным) = Газовая динамика. Избранное. В 2 т. Т. 1 / Ред.-сост. А.Н. Крайко. М.: Физматлит, 2000. С. 424–430.

Испарение движущегося тела при контакте с нагретой пластиной // Газовая и волновая динамика. М.: Изд-во МГУ. Вып. 3. С. 35–41.

1981

Спецтема. Авторское свидетельство № 1091669. Приоритет от 04.06.1981 г. Зарегистрировано 08.01.1984 г. (совм. с С.Ю. Чернявским, Н.Н. Баулиным, М.М. Гилинским).

1982

Экзотермические волны в сплошных средах // Избранные вопросы современной механики / Под ред. Г.Г. Черного. М.: Изд-во МГУ. Ч. 2. С. 3–56.

1983

Газовая динамика. Ч. 2. Одномерные неустановившиеся движения. М.: Изд-во МГУ. 83 с.

1984

Газовая динамика. Ч. 1. Основные понятия газовой динамики и элементы прикладной газовой динамики. М.: Изд-во МГУ. 112 с.

Газовая динамика. Ч. 3. Установившиеся движения. М.: Изд-во МГУ. 159 с.

Пространственные отрывные течения // Актуальные проблемы механики / Под ред. Г.И. Петрова. М.: Изд-во МГУ. С. 22–29 (совм. с А.И. Глаголевым, А.И. Зубковым, Б.Е. Лягушиным, Ю.А. Пановым).

Аэродинамика звездообразных тел при сверхзвуковых скоростях // Актуальные проблемы механики / Под ред. Г.И. Петрова. М.: Изд-во МГУ. С. 30–38 (совм. с А.Л. Гонором, М.А. Зубиным, Н.А. Остапенко, А.И. Швецом).

1985

Движение плавящегося твердого тела между двумя упругими полупространствами // Докл. АН СССР. Т. 282. № 4. С. 813–818.

1986

Механика жидкости и газа // Научные основы прогрессивной техники и технологии. М.: Машиностроение. С. 127–141.

1987

Вход тонких тел в сжимаемую жидкость // Механика и научно-технический прогресс. Т. 2. Механика жидкости и газа. М.: Наука. С. 185–199 (совм. с А.Л. Гонором, Н.А. Остапенко, В.Б. Поручиковым).

О коэффициентах полезного действия компрессора и турбины // Механика. Современные проблемы / Под ред. Г.Г. Черного. М.: Изд-во МГУ. С. XIII–XVI (совм. с Л.И. Седовым).

Спецтема. Авторское свидетельство № 296393. Приоритет от 27.04.1987 г. Зарегистрировано 03.07.1989 г. (совм. с Ж.Ф. Зинченко, С.А. Ивлиевым, В.А. Левиным, А.А. Афанасьевым, А.В. Беляевым).

1988

Газовая динамика. М.: Наука. 424 с.

1989

Механизм аномально низкого сопротивления движению тел в твердых средах // Тр. Мат. ин-та им. В.А. Стеклова. Т. 186. С. 40–47 = The Mechanism of anomalously low resistance to the motion of bodies in solid media // Proc. the Steklov Inst. of Math. 1991. Issue 1. P. 45–52.

1991

Движение тел в твердой плавящейся среде. Препринт № 2–91. М.: Ин-т механики МГУ. 67 с. Движение пластины в твердой плавящейся среде // ПММ. Т. 55. Вып. 3. С. 355–367.

1992

Асимптотический метод в задачах о движении тел в плавящейся среде // ПММ. Т. 56. Вып. 3. С. 368–385.

Luigi G. Napolitano's contribution to the high speed gasdynamics // Luigi G. Napolitano. Gli Scitti. Istituto di Aerodinamica "Umberto Nobile", Ateneo Fridericano. P. 49–61.

1993

Численное моделирование химически и термодинамически неравновесных течений в задачах гиперзвукового обтекания при малых и умеренных числах Рейнольдса // Математическое моделирование. М.: Изд-во МГУ. С. 114–121 (совм. с Ю.В. Глазковым, Г.А. Тирским).

Математическое моделирование воздействия среды на твердое тело // Математическое моделирование. М.: Изд-во МГУ. С. 186–193 (совм. с Ю.М. Окуновым, В.А. Садовничим, В.А. Самсоновым).

Астрономический телескоп. Патент Российской Федерации на изобретение № 2082198. Приоритет от 18. 11. 1994 г. Зарегистрирован 20.06.1997 г. (совм. с А.А. Боярчуком, Н.Д. Белкиным, В.Б. Касперским, Викт.В. Сычевым, В.И. Травушем).

1995

Modelling the process of continuous casting in a gasdynamic solidification mould // J. of Advanced Materials. Vol. 2. № 2. P. 106–114 (совм. с Н.Е. Афониной, В.Г. Грозовым, В.Ф. Захарченко, А.М. Кацем, В.А. Левиным, Н.И. Сидняевым).

1996

Комплекс моделирования задач динамики полета // Математическое моделирование. Вестн. МГУ. Сер. Математика, механика. № 6. С. 66–75 (совм. с Ю.М. Окуневым, В.А. Садовничим, В.А. Самсоновым).

Тепловые процессы в газодинамическом кристаллизаторе при непрерывном литье металла // Тепломассообмен – ММФ–96. Т. 11. Тепломассообмен в химико-технологических устройствах. Минск: АНК ИТМО им. А.В. Лыкова АНБ. С. 241–244 (совм. с Н.Е. Афониной, В.Г. Грозовым, В.А. Левиным).

1997

Плоские установившиеся автомодельные вихревые течения идеальной жидкости (Кеплеровы движения) // Докл. РАН. Т. 352. № 3. С. 335–338.

Плоские установившиеся автомодельные вихревые течения идеальной жидкости // Изв. РАН. МЖГ. № 4. С. 39–53.

Леонид Иванович Седов (к 90-летию со дня рождения) // Изв. РАН. МЖГ. № 5. С. 3–8 = Тр. Мат. ин-та им. В.А. Стеклова. 1998. Т. 223. С. 9–13 = On the 90-th birthday of Leonid Ivanovich Sedov // Proc. of the Steklov Inst. of Math. V. 223. P. 1–5.

1998

The impact of electromagnetic energy addition to air near the flying body on its aerodynamic characteristics // Proc. 2nd Weakly Ionized Gases Workshop, Norfolk, VA: AIAA Publ. P. 1–31.

1999

Сверхзвуковой пульсирующий детонационный прямоточный воздушно-реактивный двигатель (СПДПД) и способ функционирования СПДПД // Патент Российской Федерации на изобретение № 2157909. Приоритет от 26.05.1999. Зарегистрирован 20.10.2000 г. (совм. с В.Г. Александровым, Г.К. Ведешкиным, А.Н. Крайко, Д.А. Огородниковым, К.С. Реентом, В.А. Скибиным).

Some recent results in aerodynamic applications of flows with localized energy addition // AIAA Paper № 99–4819. 19 p.

2000

Об одной особенности неавтомодельного взаимодействия газодинамических разрывов // Докл. РАН. Т. 372. № 2. С. 185–188.

Неавтомодельное взаимодействие газодинамических разрывов // Изв. вузов. Сев.-Кавказ. регион. Естеств. науки. № 3. С. 181–183.

2003

Aerodynamic applications of weakly ionized gases. Where we are? AIAA 03-Reno, NV. 2003 (в печати)
Неустойчивость и образование регулярных структур при метании пластин взрывом // Докл. РАН (в печати).