



ГРИГОРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ ТИРСКИЙ

(К семидесятилетию со дня рождения)

1 сентября 1999 года исполнилось 70 лет со дня рождения доктора физико-математических наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Григория Александровича Тирского – крупного российского ученого в области механики.

Г.А. Тирский родился в деревне Тира, расположенной на берегу Лены в устье реки Тира, в Иркутской области в семье крестьян. Его детство и школьные годы прошли в г. Якутске, где он закончил среднюю школу с серебряной медалью.

Влечение к точным наукам сочеталось у него с интересом к прикладным задачам, и поэтому параллельно с учебой на механико-математическом факультете Томского государственного университета, куда поступил в 1947 г., с третьего курса он сдавал все экзамены еще за второй факультет – физико-технический, где изучал внешнюю и внутреннюю баллистику. Закончив в 1952 г. с отличием два факультета, Г.А. Тирский в том же году поступил в аспирантуру механико-математического факультета Московского университета им. М.В. Ломоносова, где обучался под научным руководством Л.И. Седова. Он получил ряд автомодельных решений в гидродинамике вязкой жидкости и в 1955 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему: "Точные решения некоторых задач свободной и вынужденной тепловой конвекции". В аспирантуре и в многолетнем активном участии в работе всесоюзного семинара, руководимого Л.И. Седовым, сформировалась его научная культура.

Поступив после аспирантуры на работу в ЦИАМ им. П.И. Баранова, он включился в научную работу по тематике газотурбинной лаборатории. В 50-е и последующие годы в ЦИАМе активно разрабатывалась система охлаждения лопаток и дисков газовых турбин с помощью свободной конвекции в полостях, заполненных специальными

охлаждателями. За четыре года работы в этой лаборатории он решил ряд практических задач по данной тематике, включая и задачи по прочности, опубликовав в 1959 г. работу "Кручение полого стержня, ограниченного крыловыми профилями Жуковского – Чаплыгина".

В 1957 г. Г.А. Тирский был приглашен на работу в Московский физико-технический институт на кафедру физики взрыва, руководимую академиком М.А. Лаврентьевым, на которой тогда работала блестящая плеяда молодых ученых – механиков и математиков (ныне академики Б.В. Войцеховский, Н.Н. Моисеев, Л.В. Овсянников, члены-корреспонденты С.С. Григорян, Р.И. Солоухин, доктора наук Н.В. Зволинский, А.А. Дерибас, С.В. Иорданский, Ю.Л. Якимов и др.). Содержательные научные семинары под руководством М.А. Лаврентьева давали всем участникам большой заряд научного энтузиазма. После создания СО АН СССР и переезда в Новосибирск большинства сотрудников кафедры Г.А. Тирский перешел на кафедру высшей математики МФТИ, где работал сначала ассистентом, доцентом, затем зам. зав. кафедрой.

В 1964 г. он защитил докторскую диссертацию "Разрушение твердых тел в гиперзвуковом потоке газа", в которой развивалось новое научное направление, связанное с созданием математических моделей уносимых (за счет различных физико-математических процессов с поглощением тепла: плавления, испарения, эрозии, горения, пиролиза и т.д.) специальных теплозащитных покрытий космических аппаратов.

В 1967 г. Г.А. Тирский получил звание профессора по кафедре высшей математики МФТИ, где в разные годы читал курсы по газовой динамике, теоретической механике, вел семинары по математике, теоретической физике и др. В настоящее время читает основной курс "Математические модели механики сплошной среды".

В 1961 г. он был приглашен на работу (по совместительству) в Институт механики МГУ заведующим лабораторией физико-химической газодинамики, которую возглавляет до настоящего времени. Здесь он развернул научную работу по гиперзвуковой аэродинамике и теплообмену тел, движущихся в атмосфере Земли и планет с большими сверхзвуковыми скоростями. В результате этой многолетней деятельности под его научным руководством было защищено более пятидесяти кандидатских диссертаций, двенадцать его учеников – доктора наук, четверо подготовили докторские диссертации. Им созданы творчески работающие научные коллективы в МФТИ, Институте механики МГУ, Институте прикладной математики и механики при Томском университете, большая группа его учеников успешно работает в Институте проблем механики РАН, Институте высоких температур РАН, в ряде конструкторских бюро.

В последние три года Г.А. Тирский – Соросовский профессор. Двенадцать его учеников (среди них четыре доктора наук) успешно работают за рубежом.

Г.А. Тирский – ученый широкого профиля, которому принадлежат крупные достижения в актуальных разделах аэродинамики и теплообмена при гиперзвуковых скоростях обтекания, физико-химической газодинамике, кинетической теории газов, термодинамике необратимых процессов, а также в вычислительной гидродинамике, которые отражены в более чем 250 научных публикациях, двух монографиях, изобретениях, обзорах и пользуются мировой известностью.

Еще в начале 60-х годов им была разработана теория ламинарного многокомпонентного пограничного слоя на поверхности термически разрушающихся теплозащитных покрытий (пластиков). Учет разных диффузионных свойств компонентов привел к 1964 г. к открытию эффекта разделения химических элементов в частично диссоциированном и ионизованном пограничном слое. С использованием этой теории были разработаны модели термохимического разрушения основных применяемых теплозащитных покрытий, на основании которых до полета количественно правильно был предсказан суммарный унос массы теплозащиты космических аппаратов "Зонд-5", "Зонд-6" при входе их в атмосферу Земли после облета Луны в 1968 г.

Принципиальным результатом является данная Г.А. Тирским строгая постановка и решение задачи о течении термохимически равновесного (с учетом реакций ионизации)

вязкого теплопроводного многокомпонентного газа с разными диффузионными свойствами компонентов. В связи с этим был впервые определен полный набор эффективных коэффициентов переноса. Данная строгая постановка привела к открытию эффекта разделения элементов в химически и ионизационно равновесных течениях многокомпонентного газа и плазмы.

Практически важным результатом явилось создание в 80-х годах совместно с учениками феноменологической теории гетерогенного катализа частично диссоциированного и ионизованного воздуха на низкокаталитических теплозащитных покрытиях (кварцевых плитках), понижающих интенсивность экзотермических гетерогенных реакций рекомбинации и тем самым уменьшающих выделение дополнительного тепла к обтекаемой поверхности. Впоследствии, спустя шесть лет, американские эксперименты подтвердили результаты этой феноменологической теории.

За отмеченные выше исследования Г.А. Тирскому с сотрудниками в 1988 г. была присуждена первая премия Минвуза СССР.

Важнейший теоретический и практический вклад внес Г.А. Тирский в развитие кинетической теории многокомпонентной смеси газов и плазмы. Стандартная процедура метода Чепмена – Энскога, изложенная в известной монографии Гиршфелдера, Кертиса и Берда "Молекулярная теория газов и жидкостей", приводит к громоздким уравнениям для потоков массы компонентов и энергии и коэффициентам переноса в виде отношения определителей высокого порядка. Вычисления по соответствующим формулам весьма трудоемки, и в настоящее время они не используются при решении задач тепло- и массообмена. Эта проблема стояла с 50-х годов, несмотря на многократные попытки зарубежных ученых решить ее. Г.А. Тирский получил новую точную и простую форму уравнений переноса с существенно более простыми выражениями для коэффициентов переноса. Данная форма уравнений переноса полностью и просто решает проблему вычисления коэффициентов переноса в высших приближениях и удобна для решения задач гиперзвуковой аэродинамики и теплообмена и задач физико-химической гидродинамики.

За постановку и решение многочисленных задач гиперзвукового обтекания тел вязким и теплопроводным газом со строгим учетом неравновесных физико-химических процессов Г.А. Тирскому в 1985 г. была присуждена премия им. М.В. Ломоносова (МГУ).

Большой вклад внес Г.А. Тирский в развитие аналитических методов решения уравнений пограничного слоя и численных методов решения упрощенных уравнений Навье – Стокса. Предложенный им в конце 60-х годов оригинальный метод последовательных приближений интегрирования уравнений пограничного слоя и распространенный впоследствии его учениками на интегрирование системы уравнений гиперзвукового (тонкого) вязкого ударного слоя (двух- и трехмерного) оказался весьма эффективным для получения как аналитических, так и численных решений.

Вместе со своими учениками с конца 70-х годов он внес существенный вклад в развитие численного метода глобальных итераций решения уравнений полного и гиперзвукового (тонкого) вязкого ударного слоя, параболизированных и полных уравнений Навье–Стокса, уравнений Эйлера в задачах гиперзвукового обтекания затупленных тел. Метод глобальных итераций, заменяющий в данном случае метод установления, более чем на порядок быстрее последнего при решении двумерных задач. В последующие годы этот метод был распространен его учениками на расчет вязких течений в соплах.

В середине 80-х годов Г.А. Тирским впервые было обращено внимание на то, что при спуске с орбиты космических аппаратов типа "Space Shuttle" и "Буран", а также при движении космических аппаратов по рикошетирующим в верхних слоях атмосферы траекториям, необходимо учитывать неравновесную кинетику, т.е. рассматривать протекание реакций на термически неравновесном фоне, когда колебательные и электронные степени свободы за головной ударной волной еще не пришли в равновесные с поступательными степенями свободы. Было показано, что учет этих

эффектов приводит к дополнительному повышению равновесной температуры стенки за счет замедления в ударном слое термохимически неравновесных реакций диссоциации и ионизации в наиболее теплонапряженных участках траектории на 60–100 К, повышает тепловой поток и увеличивает отход головной ударной волны. Позже эти исследования (конец 80-х – начало 90-х годов) стали магистральными как у нас в стране, так и за рубежом.

За исследования по термохимически неравновесной гидродинамике Г.А. Тирскому в 1995 г. была присуждена Золотая медаль им. С.А. Чаплыгина РАН, ему также присуждена премия Международной академической издательской компании "Наука" за лучшую публикацию в издаваемых ею журналах в 1997 г., присуждена медаль им. П.Л. Капицы РАЕН "Автору научного открытия" (1996 г.)

Выдающимся вкладом в гиперзвуковую аэродинамику и теплообмен является обнаруженная Г.А. Тирским новая асимптотическая система уравнений в двухслойной схеме (вязкий ударный слой плюс структура ударной волны) в задачах гиперзвукового обтекания затупленных тел при стремлении числа Рейнольдса к нулю с одновременным, но более быстрым стремлением к нулю отношения плотностей до и сразу после головной ударной волны. Решение задачи гиперзвукового обтекания в этом пределе дает для коэффициентов трения, теплопередачи и давления, в отличие от всех классических моделей, полученных при $Re \rightarrow \infty$, свободно-молекулярный предел. В рамках единой математической модели вязкого ударного слоя стало возможным рассчитывать как аэродинамические, так и тепловые характеристики одновременно на всей траектории входа тела в атмосферу.

Высокий уровень исследований, актуальность и новизна тематики, разрабатываемой Г.А. Тирским с его многочисленными учениками и коллегами, сделали его имя известным и признанным не только у нас в стране, но и за рубежом. Г.А. Тирский – выдающийся специалист в своей области, он стремится к наиболее строгим постановкам и эффективным решениям задач, которые по своей глубине находятся на уровне теорий и расчетов, развиваемых в мировой науке.

Г.А. Тирский избран действительным членом Российской Академии естественных наук, членом Нью-Йоркской Академии наук, является членом ряда отечественных и зарубежных научных обществ.

В течение более 15 лет Г.А. Тирский активно работает в журнале ПММ, являясь в последние 11 лет членом редколлегии журнала.

Свой замечательный юбилей Г.А. Тирский встречает полный энергии и творческих замыслов. Редколлегия и редакция ПММ, коллеги и ученики юбиляра желают ему крепкого здоровья, счастья и дальнейших успехов.

СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ Г.А. ТИРСКОГО

1957

О распределении температуры в неоднородном стержне переменного сечения, обтекаемом газом // Изв. АН СССР. ОTH. № 1. С. 70–76.

1958

Нестационарное течение с теплоотдачей в вязкой несжимаемой жидкости между двумя вращающимися дисками при наличии вдува // Докл. АН СССР. Т. 119. № 2. С. 226–228.

О нестационарной теплоотдаче через систему дисков, вращающихся в вязкой жидкости // Изв. АН СССР. ОTH. № 7. С. 106–107.

Об одном точном решении уравнения энергии в частном случае движения вязкой несжимаемой жидкости // ПММ. Т. 22. Вып. 4. С. 555–560.

1959

Два точных решения нелинейной задачи Стефана // Докл. АН СССР. Т. 125. № 2. С. 293–296.

О задаче теплопроводности в плоском диске // Сб. статей ЦИАМ. № 33. Вып. 1. С. 70–79.

О стационарном температурном поле в круге с заданными источниками тепла внутри круга // Сб. статей ЦИАМ. № 33. Вып. 1. С. 110–116.

Точное решение для теплопередачи через диск, вращающийся в вязкой несжимаемой жидкости // Исследования по механике и прикладной математике: Тр. МФТИ. № 3. С. 85–92.

Кручение полого стержня, ограниченного крыловыми профилями Жуковского – Чаплыгина // Изв. АН СССР. ОTH. Сер. Механика и машиностроение. № 2. С. 114–121.

Определение температурного поля охлаждаемой лопатки газовой турбины // Изв. АН СССР. ОTH. Сер. Энергетика и автоматика. № 2. С. 45–48. (Совм. с В.А. Треногиным.)

Нагрев теплопроводящей стенки за движущимся скачком уплотнения // Докл. АН СССР. Т. 128. № 6. С. 1140–1143.

Оплавление теплопроводящей стенки за движущимся скачком уплотнения // Докл. АН СССР. Т. 129. № 5. С. 989–992.

1960

Оплавление полубесконечного тела в плоском и осесимметричном потоке несжимаемого газа // Докл. АН СССР. Т. 132. № 4. С. 785–788.

О приближенном решении некоторых нелинейных задач теплопроводности и фильтрации жидкости // Изв. АН СССР. ОTH. Сер. Механика и машиностроение. № 3. С. 132–138.

Об одном случае нагрева стержней трением // Изв. АН СССР. ОTH. Сер. Металлургия и топливо. № 6. С. 34–41.

1961

Условия на поверхностях сильного разрыва в многокомпонентных смесях // ПММ. Т. 25. Вып. 2. С. 196–208.

Оплавление тела в окрестности критической точки в плоском и осесимметричном потоке газа // Журн. вычисл. математики и мат. физики. Т. 1. № 3. С. 481–498.

Сублимация тупого тела в окрестности критической точки в плоском и осесимметричном потоке смеси газов // Журн. вычисл. математики и мат. физики. Т. 1. № 5. С. 884–902.

Sublimation of a solid near a critical point in flat and axisymmetrical gas flows // Intern. J. Heat and Mass Transfer. V. 4. Dec. P. 119–126. (With V.D. Sovershenny.)

Оплавление тела в окрестности критической точки и линии в диссоциированном потоке воздуха с испарением пленки расплава // ПМТФ. № 5. С. 39–52.

Разрушение передней кромки стреловидного крыла в гиперзвуковом потоке // ПМТФ. № 6. С. 54–68.

1962

Теплопередача в окрестности передней кромки наклонного к потоку бесконечно длинного цилиндра, обтекаемого диссоциированным воздухом // Изв. АН СССР. ОН. Сер. Механика и машиностроение. № 6. С. 125–130.

1963

Метод расчета скорости разрушения текстолита в окрестности критической точки в гиперзвуковом потоке воздуха // Отчет Ин-та механики МГУ. № 215. 49 с. (Совм. с Э.А. Гершбейном и О.Н. Суловым.)

Метод расчета скорости разрушения асботекстолита в окрестности критической точки двойкой кривизны в гиперзвуковом потоке воздуха // Отчет Ин-та механики МГУ. № 227. 66 с. (Совм. с Э.А. Гершбейном и О.Н. Суловым.)

Метод расчета скорости горения графита в гиперзвуковом потоке воздуха и некоторые эффекты, связанные с многокомпонентной диффузией // Отчет Ин-та механики МГУ. № 277. 56 с. (Совм. с Э.А. Гершбейном и О.Н. Суловым.)

1964

Анализ многокомпонентного пограничного слоя на поверхности горящих пластиков и метод расчета скорости разрушения асботекстолита // Отчет Ин-та механики МГУ. 111 с. (Совм. с Э.А. Гершбейном и О.Н. Суловым.)

Определение конвективных тепловых потоков при движении тел в атмосферах Земли, Марса, Юпитера и Сатурна // Отчет Ин-та механики МГУ. № 421. 47 с. (Совм. с Э.А. Гершбейном и О.Н. Суловым.)

Определение эффективных коэффициентов диффузии в ламинарном многокомпонентном пограничном слое // Докл. АН СССР. Т. 155. № 6. С. 1278–1281.

К теории ламинарного многокомпонентного пограничного слоя на химически активной поверхности // Докл. АН СССР. Т. 156. № 4. С. 756–759.

Анализ химического состава ламинарного многокомпонентного пограничного слоя на поверхности горящих пластиков // Космич. исследования. Т. 2. № 4. С. 570–594.

Обобщенная аналогия между коэффициентами массообмена в ламинарном многокомпонентном пограничном слое с произвольным градиентом давления // Докл. АН СССР. Т. 158. № 4. С. 798–801. (Совм. с Б.И. Резниковым.)

1965

Определение тепловых потоков в окрестности критической точки двойкой кривизны при обтекании тела диссоциирующим газом произвольного химического состава // ПМТФ. № 1. С. 45–56.

Теория эффективных коэффициентов диффузии в ламинарном многокомпонентном пограничном слое // Отчет Ин-та механики МГУ. № 448. 65 с.

1966

Метод расчета скорости разрушения кварцевого стекла с учетом многокомпонентной диффузии // Отчет Ин-та механики МГУ. № 638. 177 с.

1968

Разрушение осесимметричного тела вращения из материала сложного химического состава в потоке частично ионизованного воздуха // Изв. АН СССР. МЖГ. № 5. С. 100–110. (Совм. с В.М. Овсянниковым.)

1969

Вычисление эффективных коэффициентов диффузии в ламинарном диссоциированном многокомпонентном пограничном слое // ПММ. Т. 33. Вып. 1. С. 180–192.

Разрушение оплавляющегося тела под действием излучения // Отчет Ин-та механики МГУ. № 1024. 24 с. (Совм. с Э.З. Апштейном и Л.Г. Ефимовой.)

Метод последовательных приближений для интегрирования уравнений ламинарного многокомпонентного пограничного слоя с химическими реакциями, включая реакции ионизации // Отчет Ин-та механики МГУ. № 1016. 52 с.

Вычисление эффективных амбиполярных коэффициентов диффузии в ламинарном многокомпонентном ионизованном пограничном слое // Отчет Ин-та механики МГУ. № 1023. 38 с. (Совм. с О.Н. Сусловым.)

1970

Динамика вязких жидкостей и газов, теория ламинарных и турбулентных пограничных слоев // Механика в СССР за 50 лет. М.: Наука. Т. 2. С. 507–559 (Совм. с Ю.П. Лапиным, Л.Г. Лойцянским, Ю.П. Лунькиным, В.Я. Нейландом, В.В. Сычевым.)

Применение метода последовательных приближений к интегрированию уравнений пограничного слоя // Докл. АН СССР. Т. 190. № 1. С. 61–64. (Совм. с Э.А. Ковач.)

Определение, свойства и вычисление эффективных амбиполярных коэффициентов диффузии в ламинарном многокомпонентном ионизованном пограничном слое // ПМТФ. № 4. С. 60–72. (Совм. с О.Н. Сусловым.)

Течение вязкого теплопроводного многокомпонентного газа в ударном слое в окрестности притупления при интенсивных вдувах // Науч. тр. Ин-та механики МГУ. № 1. С. 46–57. (Совм. с Э.А. Гершбейном.)

1971

Описание химически равновесных течений многокомпонентных ионизованных смесей в рамках уравнений Навье – Стокса и Прандтля // ПМТФ. № 1. С. 73–89. (Совм. с О.Н. Сусловым и В.В. Щенниковым.)

Метод расчета радиационного потока и его дивергенции в областях со ступенчатым распределением температуры и состава // ПМТФ. № 2. С. 54–62. (Совм. с В.М. Овсянниковым.)

Интенсивное разрушение стекловидного тела под действием излучения // Изв. АН СССР. МЖГ. № 2. С. 131–134. (Совм. с Э.З. Апштейном и Л.Г. Ефимовой.)

Гиперзвуковое обтекание тел вязким теплопроводным газом с учетом химических реакций, реакций ионизации, диффузии и переноса тепла излучением // Отчет Ин-та механики МГУ. № 1203. 270 с. (Совм. с Г.А. Данилиным, С.Н. Казейкиным и Н.Н. Пилюгиным.)

1972

Школа по применению динамических и статистических методов в современной механике неоднородных сред // Теорет. основы хим. технологии. Т. 6. № 4. С. 646.

О химически равновесных течениях многокомпонентных вязких теплопроводных частично ионизованных смесей газов с разными диффузионными свойствами компонент // Отчет Ин-та механики МГУ. № 1346. 90 с. (Совм. с С.Н. Казейкиным.)

Уравнения гидродинамики для многокомпонентных смесей с коэффициентами переноса в высших приближениях // Изв. АН СССР. МЖГ. № 6. С. 153–157. (Совм. с А.В. Генсом.)

Турбулентный пограничный слой с теплообменом // Тр. 18-й Науч. конф. МФТИ. Сер. Аэромеханика. Процессы управления. Долгопрудный. С. 43–48. (Совм. с Р.А. Сафаровым.)

1973

Гиперзвуковое обтекание затупленных тел произвольной формы вязким излучающим газом при наличии сильного вдува инородных газов = Hypersonic flow around blunt bodies of arbitrary shape with viscous radiating gas in the presence of strong blowing of foreign gases // Докл. на 24-м Астронавт. конгр., Баку, 1973. М.: Изд-во МГУ. 34 с. (Совм. с Э.А. Гершбейном и Н.Н. Пилюгиным.)

Уравнения частично ионизованного многокомпонентного газа с точными коэффициентами переноса: Всесоюз. зимняя школа-семинар по механике реагирующих сред. г. Томск. // Изв. АН СССР. МЖГ. № 6. С. 177. (Совм. с Н.А. Еремян и О.Н. Сусловым.)

Уравнения частично ионизованного многокомпонентного газа с точными коэффициентами переноса // Отчет Ин-та механики МГУ. № 1498. 45 с.

О методе последовательных приближений для задач трехмерного ламинарного пограничного слоя (локально-автомодельный случай) // ПММ. Т. 37. Вып. 6. С. 974–983. (Совм. с Ю.Д. Шевелевым.)

1974

Уравнения движения частично ионизованных многокомпонентных смесей газов в нормальной форме Коши с точными коэффициентами переноса // Науч. тр. Ин-та механики МГУ. № 32. С. 6–22.

Теорема существования и единственности и асимптотические решения для автомодельной краевой задачи вязкого гиперзвукового ударного слоя // Докл. АН СССР. Т. 219. № 4. С. 825–828. (Совм. с Б.Г. Разумейко и В.А. Треногиным.)

Обтекание конуса и клина гиперзвуковым потоком излучающего газа // Математическое моделирование аэротермохимических явлений. М.: ВЦ АН СССР. С. 156–173. (Совм. с Н.Н. Пилюгиным и С.Л. Суходольским.)

1975

К теории гиперзвукового обтекания плоских и осесимметричных затупленных тел вязким химически реагирующим многокомпонентным потоком газа при наличии вдува // Науч. тр. Ин-та механики МГУ. № 39. С. 5–38.

Гиперзвуковое обтекание невязким излучающим газом плоских затупленных тел // ПМТФ. № 3. С. 68–73. (Совм. с Н.Н. Пилюгиным.)

1976

Метод эффективных сечений поглощения для вычисления радиационных потоков в задачах гиперзвукового обтекания термохимически разрушающихся тел // Аэромеханика. М.: Наука. С. 266–275. (Совм. с В.М. Овсянниковым.)

Соотношения Стефана – Максвелла и поток тепла для неидеальных многокомпонентных сплошных сред // Численные методы механики сплошной среды. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР. Т. 7. № 4. С. 106–121. (Совм. с А.В. Колесниченко.)

Расчет лучистых тепловых потоков к интенсивно испаряющимся телам, обтекаемым гиперзвуковым потоком водорода с гелием // Отчет Ин-та механики МГУ. № 1858. 49 с. (Совм. с Э.А. Гершбейном, Э.Я. Суходольской и С.Л. Суходольским.)

Решение уравнений ламинарного пограничного слоя в несжимаемой жидкости методом последовательных приближений // Отчет Ин-та механики МГУ. № 1873. 229 с. (Совм. с И.Г. Брыкиной, В.И. Забариним, Э.А. Ковач и А.Ф. Колесниковым.)

1977

Пространственный пограничный слой с равновесными реакциями диссоциации и ионизации // Численные методы механики сплошной среды. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР. Т. 8. № 7. С. 53–65. (Совм. с С.Н. Казейкиным и Ю.Д. Шевелевым.)

Расчет траектории входа тел в атмосферу Юпитера с учетом уноса массы и изменения формы под действием радиационного нагрева // Отчет Ин-та механики МГУ. № 1922. 32 с. (Совм. с Э.А. Гершбейном, Э.Я. Суходольской и С.Л. Суходольским.)

Уравнения переноса для ионизованных водородно-гелиевых смесей // Отчет Ин-та механики МГУ. № 1877. 60 с. (Совм. с А.Ф. Колесниковым и И.А. Соколовой.)

Применение феноменологических моделей к исследованию турбулентных пограничных слоев однородного и неоднородного газов // Турбулентные течения: Тр. Всесоюз. школы по пробл. турбулент. течений жидкостей и газов. М.: Наука. С. 42–54. (Совм. с Р.А. Сафаровым.)

К теории обтекания электропроводящих тел частично ионизованным многокомпонентным газом // Отчет Ин-та механики МГУ. № 1954. 59 с. (Совм. с М.С. Бениловым.)

Пространственный пограничный слой в химически равновесном ионизованном газе // ПММ. Т. 41. Вып. 6. С. 1024–1032. (Совм. с С.Н. Казейкиным и Ю.Д. Шевелевым.)

Гидродинамическое описание химически равновесных течений частично ионизованных неидеальных смесей газов // Некоторые вопросы механики сплошной среды. М.: Изд-во МГУ. С. 114–143.

О движении тел в атмосфере Юпитера с учетом изменения их массы и формы под действием аэродинамического нагрева // Космич. исследования. Т. 16. № 3. С. 378–387. (Совм. с Э.А. Гершбейном, Э.Я. Суходольской и С.Л. Суходольским.)

Численное исследование трехмерного турбулентного пограничного слоя в сжимаемом газе // Сб. докл. 6-ой Междунар. конф. по числ. методам в гидродинамике, Тбилиси. М.: Изд-е Ин-та прикл. математики АН СССР. Т. 2. С. 7–12. (Совм. с В.А. Алексиним и Ю.Д. Шевелевым.)

Аэродинамика и динамика тел с изменяющейся массой и формой под действием радиационного нагрева // Там же. С. 64–69. (Совм. с Э.А. Гершбейном, В.Д. Гольдиным и С.Л. Суходольским.)

Об одном точном решении задачи о проводящей сфере в покоящейся слабоионизованной плазме // Докл. АН СССР. Т. 240. № 6. С. 1324–1327. (Совм. с М.С. Бениловым.)

К расчету электрических эффектов в ионизованном многокомпонентном газе около электропроводящих тел. Метод расщепления // ПММ. Т. 43. Вып. 2. С. 288–304. (Совм. с М.С. Бениловым.)

О токах насыщения на зонд в плотной плазме // ПМТФ. № 6. С. 16–24. (Совм. с М.С. Бениловым.)

Термодинамический анализ течений частично ионизованных смесей неидеальных газов в условиях неполного химического равновесия. Препринт № 77. М.: Изд-е Ин-та прикл. математики АН СССР. 27 с. (Совм. с А.В. Колесниченко.)

Интегралы столкновений и уравнения переноса водородо-гелиевой ионизованной смеси // Аэродинамика гиперзвуковых течений при наличии вдува. М.: Изд-во МГУ. С. 201–224. (Совм. с А.Ф. Колесниковым и И.А. Соколовой.)

Радиационный нагрев осесимметричных затупленных тел с интенсивно испаряющейся поверхностью при входе в атмосферу Юпитера // Там же. С. 121–138. (Совм. с Э.А. Гершбейном, Э.Я. Суходольской и С.Л. Суходольским.)

О некоторых способах численного решения уравнений вязкого ударного слоя // Там же. С. 87–98. (Совм. с С.А. Васильевским.)

Численное решение задачи сверхзвукового невязкого обтекания пространственной конфигурации потоком идеального газа // Отчет Ин-та механики МГУ. № 2131. 20 с. (Совм. с В.П. Котеневым и В.И. Сахаровым.)

Унос массы и изменение формы трехмерного тела при движении по траектории в атмосфере Земли // Космич. исследования. Т. 17. № 2. С. 246–255. (Совм. с Э.З. Апштейном и Н.Н. Пилюгиным.)

Исследование разрушения пространственных метеорных частиц, движущихся в верхних слоях атмосферы // Космич. исследования. Т. 17. № 6. С. 866–874. (Совм. с Э.З. Апштейном и Н.Н. Пилюгиным.)

Гидродинамические уравнения и уравнения переноса для ионизированных многокомпонентных двухтемпературных смесей газов // Модели в механике сплошной среды. Сб. обзорн. докл. 5-й Всесоюз. школы по моделям механики сплошной среды, Рига. Новосибирск: Изд-е ИТПМ СО АН СССР. С. 114–134.

Численное исследование сверхзвукового обтекания пространственных тел потоком неравновесно-диссоциирующего воздуха // Отчет Ин-та механики МГУ. № 2267. 30 с. (Совм. с В.П. Котеневым и В.И. Сахаровым.)

Диаграммы конвективных тепловых потоков к затупленным телам, входящим в атмосферу Земли, с учетом совместного влияния многокомпонентной диффузии и неравновесных процессов // Отчет Ин-та механики МГУ. № 2261. 50 с. (Совм. с Э.А. Гершбейном, О.Н. Суловым и В.Л. Ковалевым.)

Постановка задачи обтекания тел вязким теплопроводным частично ионизованным многокомпонентным газом и численный метод ее решения в рамках модели вязкого ударного слоя // Отчет Ин-та механики МГУ. № 2265. 159 с. (Совм. с С.А. Васильевским и Л.Г. Ефимовой.)

Основы динамики излучающего газа. Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ. 148 с. (Совм. с Н.Н. Пилюгиным.)

Определение тока насыщения на электрический зонд в дозвуковых потоках плазмы // Отчет Ин-та механики МГУ. № 2233. 61 с. (Совм. с М.С. Бениловым и Б.В. Роговым.)

1980

Асимптотическая теория химически неравновесного слоя вблизи идеально каталитической стенки // ПММ. Т. 44. Вып. 2. С. 281–289. (Совм. с М.С. Бениловым.)

Асимптотическая теория слоя неравновесной ионизации вблизи каталитической стенки в плазме молекулярных газов // ПММ. Т. 44. Вып. 5. С. 839–846. (Совм. с М.С. Бениловым.)

Расчет коэффициентов переноса в многокомпонентной плазме в высших приближениях. Эффект разделения элементов в химически и ионизационно равновесной плазме // Отчет Ин-та механики МГУ. № 2427. 215 с. (Совм. с С.А. Васильевским, Л.Г. Ефимовой, А.Ф. Колесниковым и И.А. Соколовой.)

Строго консервативные формы уравнений гидродинамики многокомпонентной смеси в криволинейных координатах // Отчет Ин-та механики МГУ. № 2445. 37 с. (Совм. с В.П. Котеневым и В.И. Сахаровым.)

1981

Теоретическое определение ионного тока насыщения на электрические заряды в дозвуковых потоках плазмы // Теплофизика высоких температур. Т. 19. № 5. С. 1031–1039. (Совм. с М.С. Бениловым и Б.В. Роговым.)

Обобщенный закон Ома частично ионизованных многокомпонентных смесей химически реагирующих газов // Избранные вопросы современной механики. М.: Изд-во МГУ. Ч. 1. С. 91–109. (Совм. с И.А. Соколовой.)

Строго консервативная форма уравнений Навье – Стокса для многокомпонентного газа и плазмы с учетом химических реакций // Гиперзвуковые пространственные течения при наличии физико-химических превращений. М.: Изд-во МГУ. С. 6–28. (Совм. с В.П. Котеневым и В.И. Сахаровым.)

Расчет сверхзвукового обтекания затуплений методом установления по времени // Там же. С. 93–105. (Совм. с В.И. Сахаровым.)

Применение неортогональных координат в расчетах сверхзвукового невязкого обтекания тел под большими углами атаки // Там же. С. 106–112. (Совм. с В.П. Котеневым и В.И. Сахаровым.)

О расчете пространственного обтекания затупленных тел с интенсивно испаряющейся поверхностью гиперзвуковым потоком селективно излучающего газа // Численные методы механики сплошной среды. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР. Т. 12. № 6. С. 155. (Совм. с Э.А. Гершбейном и В.Д. Гольдиным.)

Численное исследование сверхзвукового пространственного обтекания тел сложной формы с учетом неравновесных физико-химических превращений // Газодинамика неравновесных процессов. Новосибирск: Изд-е ИТПМ СО АН СССР. С. 141–145. (Совм. с В.П. Котеневым и В.И. Сахаровым.)

1982

Уравнения гидродинамики для частично ионизованных многокомпонентных смесей газов с коэффициентами переноса в высших приближениях // Молекулярная газодинамика. М.: Наука. С. 20–44. (Совм. с А.Ф. Колесниковым.)

Об ионном токе насыщения на электрический зонд в медленно движущейся плазме // ПМТФ. № 3. С. 5–13. (Совм. с М.С. Бениловым и Б.В. Роговым.)

О расчете пространственного обтекания затупленных тел с интенсивно испаряющейся поверхностью гиперзвуковым потоком селективно излучающего газа // Численные методы механики сплошной среды. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР. Т. 13. № 1. С. 56–66. (Совм. с Э.А. Гершбейном, В.Д. Гольдиным и В.М. Чупиным.)

Радиационный теплообмен в окрестности критической точки затупленных тел с интенсивно испаряющейся поверхностью при пространственном гиперзвуковом обтекании водородно-гелиевой смесью // Космич. исследования. Т. 20. № 6. С. 859–865. (Совм. с Э.А. Гершбейном и В.Д. Гольдиным.)

1983

Расчет и аппроксимации интегралов столкновений компонентов смесей, содержащих атомы O, H, C, N, F, Na, S, Si и их соединения // Отчет Ин-та механики МГУ. № 2857. 116 с. (Совм. с И.А. Соколовой.)

Законы Фика для диффузии элементов в ионизационно равновесных течениях многокомпонентной плазмы // Проблемы современной механики. Ч. 2. М.: Изд-во МГУ. С. 3–20.

Эффективные коэффициенты переноса в химически равновесных многокомпонентных плотных смесях газов // Отчет Ин-та механики МГУ. № 2828. 47 с. (Совм. с В.Г. Крупой и И.А. Соколовой.)

Метод расчета пространственного сверхзвукового обтекания затупленных тел с учетом неравновесных химических реакций // Отчет Ин-та механики МГУ. № 2847. 33 с. (Совм. с В.П. Котеневым и В.И. Сахаровым.)

1984

Коэффициенты переноса и соотношения взаимности Онзагера в кинетической теории плотности смесей газов // ПМТФ. № 2. С. 58–65. (Совм. с В.Г. Курочкиным и С.А. Макаренко.)

Точные уравнения и коэффициенты переноса для многокомпонентной смеси газов и частично ионизованной плазмы // ПМТФ. № 4. С. 15–24. (Совм. с С.А. Васильевским и И.А. Соколовой.)

Соотношения Стефана – Максвелла для диффузионных потоков плазмы в магнитном поле // Изв. АН СССР. МЖГ. № 4. С. 148–154. (Совм. с А.Ф. Колесниковым.)

Движение и испарение метеорных частиц в атмосферах Земли, Марса и Венеры // Метеоритные исследования в Сибири: 75 лет Тунгусскому феномену. Новосибирск: Наука. С. 117–128. (Совм. с Э.З. Апштейном, Н.В. Вартанян и Н.Н. Пилюгиным.)

Приближенное аналитическое определение отхода головной ударной волны при сверхзвуковом обтекании затупленных тел // Отчет Ин-та механики МГУ. № 2943. 32 с. (Совм. с Л.Г. Ефимовой.)

Влияние многокомпонентной диффузии и высших приближений для коэффициентов переноса на теплопередачу при гиперзвуковом обтекании затупленного тела // Прикладные вопросы аэродинамики летательных аппаратов. Киев: Наук. думка. С. 100–103. (Совм. с С.А. Васильевским.)

1985

Приближенное аналитическое определение отхода головной ударной волны при сверхзвуковом обтекании затупленных тел // Математическое моделирование нестационарных задач механики сплошных сред. М.: Изд-е ВЗМИ. С. 34–50.

Численный метод решения полных уравнений вязкого ударного слоя // Отчет Ин-та механики МГУ. № 3119. 45 с. (Совм. с С.А. Васильевским.)

Обтекание тел вязким газом в режиме неравновесного протекания гомогенных и гетерогенных реакций // Механика неоднородных систем. Новосибирск: Изд-е ИТПМ СО АН СССР. С. 255–280. (Совм. с В.И. Алферовым, В.Л. Ковалевым, О.Н. Сусловым и С.Л. Суходольским.)

Сверхзвуковое обтекание тел при малых и умеренных числах Рейнольдса // Итоги науки и техники. Сер. Механика жидкости и газа. М.: ВИНТИ. Т. 19. С. 3–85. (Совм. с Э.А. Герштейном и С.В. Пейгиным.)

Влияние химических реакций на аэродинамические характеристики затупленных конусов // Отчет Ин-та механики МГУ. № 3106. 16 с. (Совм. с В.П. Котеневым и В.И. Сахаровым.)

Метод глобальных итераций решения полных уравнений вязкого ударного слоя // Отчет Ин-та механики МГУ. № 3138. 145 с. (Совм. с С.А. Васильевским и С.В. Утюжниковым.)

Molecular mass and heat transfer of chemical equilibrium multicomponent partially ionized gases in electromagnetic field // 13th Intern. Symp. on Rarefied Gas Dynamics, Novosibirsk, 1982. / Eds. O.M. Belotserkovskii et al. N.Y.: Plenum Press. V. 2. P. 1359–1366. (With A.F. Kolesnikov and I.A. Sokolova.)

1986

Определение и вычисление эффективных коэффициентов переноса для химически равновесных течений частично диссоциированных и ионизованных смесей газов // ПМТФ. № 1. С. 68–79. (Совм. с С.А. Васильевским и И.А. Соколовой.)

Численный метод решения уравнений вязкого ударного слоя // Докл. АН СССР. Т. 290. № 5. С. 1058–1062. (Совм. с С.А. Васильевским и С.В. Утюжниковым.)

Химически неравновесный многокомпонентный пограничный слой плазмы молекулярных газов с щелочной присадкой // ПМТФ. № 5. С. 29–40. (Совм. с М.С. Бениловым, Б.В. Роговым и И.А. Соколовой.)

Влияние неравновесных химических реакций на распределение концентрации щелочных атомов в пограничном слое плазмы продуктов сгорания // Теплофизика высоких температур. Т. 24. № 3. С. 458–462. (Совм. с М.С. Бениловым, Б.В. Роговым, И.А. Соколовой и др.)

Радиационные тепловые потоки при сверхзвуковом обтекании пространственных тел невязким газом // Докл. АН СССР. Т. 286. № 3. С. 579–582. (Совм. с Э.З. Апштейном, Н.В. Вартамян и В.И. Сахаровым.)

Численное решение уравнений вязкого ударного слоя с учетом реальных свойств газа // Современные вопросы механики и технологии машиностроения. Тезисы докл. Всесоюз. конф. М.: ВИНТИ. Ч. 2. С. 19. (Совм. с С.А. Васильевским и С.В. Утюжниковым.)

О развитии ламинарного пограничного слоя за точкой разрыва каталитической активности поверхности // Теплофизика высоких температур. Т. 24. № 6. С. 1132–1142. (Совм. с Э.А. Гершбейном и В.Ю. Казаковым.)

Приближенные формулы для коэффициентов молекулярного переноса диссоциированного и ионизованного воздуха и их применение в задачах гиперзвуковой аэродинамики и теплообмена // Отчет Ин-та механики МГУ. № 3359. 199 с. (Совм. с С.А. Васильевским, С.В. Жлуктовым и И.А. Соколовой.)

1987

Метод глобальных итераций решения полных уравнений вязкого ударного слоя с неравновесными реакциями // Отчет Ин-та механики МГУ. № 3461. 41 с. (Совм. с С.В. Жлуктовым.)

Численный метод решения уравнений вязкого ударного слоя // Журн. вычисл. математики и мат. физики. Т. 27. № 5. С. 741–750. (Совм. с С.А. Васильевским и С.В. Утюжниковым.)

О расчете сверхзвукового обтекания пространственных затупленных тел химически неравновесным потоком газа // Журн. вычисл. математики и мат. физики. Т. 27. № 3. С. 411–415. (Совм. с В.П. Котеневым и В.И. Сахаровым.)

Численный метод решения уравнений вязкого ударного слоя // Исследования по гиперзвуковой аэродинамике и теплообмену с учетом неравновесных химических реакций. М.: Изд-во МГУ. С. 5–24. (Совм. с С.А. Васильевским.)

К вопросу о численном решении задачи обтекания затупленных тел сверхзвуковым потоком вязкого газа // Там же. С. 25–29. (Совм. с С.В. Утюжниковым.)

Расчет сверхзвукового пространственного обтекания затупленных тел с учетом неравновесных химических реакций // Там же. С. 126–141. (Совм. с В.П. Котеневым и В.И. Сахаровым.)

Полуфеноменологический вывод уравнений гидродинамики смесей многоатомных газов с возбужденными внутренними степенями свободы // Механика. Современные проблемы. М.: Изд-во МГУ. С. 79–86.

Программный модуль расчета сверхзвукового обтекания затупленных тел в рамках уравнений полного вязкого ударного слоя // Отчет Ин-та механики МГУ. № 3603. 19 с. (Совм. с Ю.В. Глазковым, В.Л. Ковалевым и С.В. Утюжниковым.)

Гиперзвуковое обтекание тел вязким теплопроводным химически реагирующим газом в широком диапазоне чисел Рейнольдса // Механика и научно-технический прогресс. Т. 2. Механика жидкости и газа. М.: Наука. С. 261–281.

1988

Свойства молекулярного переноса диссоциированных и ионизованных смесей газов // ПМТФ. № 3. С. 14–28. (Совм. с И.А. Соколовой.)

Асимптотический анализ конвективной диффузии в задачах с разрывом каталитических свойств обтекаемой поверхности // ПММ. Т. 52. Вып. 3. С. 450–459. (Совм. с В.Г. Крупой.)

Трехмерные задачи сверх- и гиперзвукового обтекания тел потоком вязкого газа // Итоги науки и техники. Сер. Механика жидкости и газа. М.: ВИНТИ. Т. 22. С. 62–177. (Совм. с С.В. Пейгиным.)

Обтекание тел химически и термодинамически неравновесным воздухом при малых и умеренных числах Рейнольдса // Отчет Ин-та механики МГУ. № 3643. 240 с. (Совм. с В.Г. Щербаком.)

1989

Динамика ионизованного излучающего газа. М.: Изд-во МГУ. 309 с. (Совм. с Н.Н. Пилюгиным.)

Термодинамически-неравновесные эффекты при гиперзвуковом обтекании тел вязким газом // Модели механики неоднородных систем. Новосибирск: Изд-е ИТПМ СО АН СССР. С. 66–92.

Сравнение моделей тонкого и полного вязкого ударного слоя в задаче сверхзвукового обтекания притупленных конусов вязким газом // ПММ. Т. 53. Вып. 6. С. 963–969. (Совм. с С.В. Утюжниковым.)

Ненавье-стоксовские модели в задачах сверх- и гиперзвукового обтекания тел вязким газом // Современные математические проблемы механики и их приложения: Тр. Мат. ин-та им. В.А. Стеклова АН СССР. Т. 186. С. 74–84.

Радиационный теплообмен при входе тел в атмосферу Земли и планет со сверхорбитальными скоростями // Итоги науки и техники. Сер. Механика жидкости и газа. М.: ВИНТИ. Т. 23. С. 116–236. (Совм. с Э.З. Апштейном, Н.Н. Пилюгиным и В.Г. Севастьяненко.)

1990

Приближенные формулы для коэффициентов вязкости и теплопроводности частично диссоциированного и ионизованного воздуха // ПМТФ. № 1. С. 41–50. (Совм. с С.В. Жлуктовым и И.А. Соколовой.)

Метод решения параболизированных уравнений Навье – Стокса с использованием итераций по градиенту давления // Отчет Ин-та механики МГУ. № 3913. 77 с. (Совм. с Ю.В. Глазковым и В.Г. Щербаком.)

Влияние колебательно-диссоциационного взаимодействия на теплопередачу и сопротивление при гиперзвуковом обтекании тел // Изв. АН СССР. МЖГ. № 3. С. 141–151. (Совм. с С.В. Жлуктовым.)

Численный метод решения параболизированных уравнений Навье – Стокса в задачах сверхзвукового обтекания тел // Докл. АН СССР. Т. 315. № 6. С. 1322–1325. (Совм. с Ю.В. Глазковым и В.Г. Щербаком.)

Метод решения параболизированных уравнений Навье – Стокса с использованием глобальных итераций // Мат. моделирование. Т. 2. № 8. С. 31–41. (Совм. с Ю.В. Глазковым и В.Г. Щербаком.)

Сравнение систем данных по химическим реакциям в ионизованном воздухе применительно к условиям гиперзвукового обтекания // Отчет Ин-та механики МГУ. № 4055. 61 с. (Совм. с И.М. Гуровичем и В.Г. Щербаком.)

Решение полных уравнений многокомпонентного химически и термодинамически неравновесного вязкого ударного слоя // Гагаринские научные чтения по космонавтике и авиации. М.: Наука. С. 71–78. (Совм. с С.В. Жлуктовым.)

Влияние колебательной релаксации при обтекании тел химически неравновесным воздухом с учетом вязкости // Изв. АН СССР. МЖГ. № 1. С. 151–157. (Совм. с В.Г. Щербаком.)

Влияние неопределенности химической кинетики на конвективный теплообмен // Изв. АН СССР. МЖГ. № 6. С. 146–151. (Совм. с В.С. Щелиным и В.Г. Щербаком.)

Взаимные влияния колебательно-диссоционной релаксации при сверхзвуковом обтекании затупленных тел вязким газом // ПМТФ. № 6. С. 55–60. (Совм. с В.Г. Щербаком.)

Применение метода малого параметра к задаче пространственного обтекания затупленных конусов под малыми углами атаки потоком вязкого газа // Математическое моделирование нестационарных процессов в механике сплошных сред. М.: Изд-е Моск. ин-та приборостроения. С. 3–9. (Совм. с С.В. Утюжниковым и Н.К. Ямалеевым.)

1991

Сверхзвуковое ламинарное обтекание наветренной части скользящих крыльев бесконечного размаха в широком диапазоне чисел Рейнольдса // Изв. АН СССР. МЖГ. № 4. С. 40–44. (Совм. с И.В. Вершининым и С.В. Утюжниковым.)

Неопределенность констант газофазных реакций воздуха и ее влияние на теплообмен при планирующем спуске // Теплофизика высоких температур. Т. 29. № 2. С. 317–324. (Совм. с В.Г. Щербаком.)

Численный метод решения задачи обтекания длинных затупленных конусов под малыми углами атаки вязким газом // Конструирование алгоритмов и решение задач математической физики. М.: Изд-е ИПМ им. М.В. Келдыша АН СССР. С. 189–193. (Совм. с С.В. Утюжниковым и Н.К. Ямалеевым.)

1992

Граничные условия для уравнений Навье – Стокса при обтекании тел многокомпонентным разреженным газом // Отчет Ин-та механики МГУ. № 4226. 32 с. (Совм. с Б.А. Кирютиным.)

О влиянии эффектов второго приближения теории пограничного слоя при гиперзвуковом обтекании притупленных конусов большого удлинения // Изв. РАН. МЖГ. № 4. С. 129–134. (Совм. с Д.Х. Ганьжой, С.В. Утюжниковым и М.О. Фридендером.)

Применение метода малого параметра к задаче пространственного обтекания тел потоком вязкого газа // ПММ. Т. 56. Вып. 6. С. 1023–1032. (Совм. с С.В. Утюжниковым и Н.К. Ямалеевым.)

Современные газодинамические модели гиперзвуковой аэродинамики и теплообмена с учетом вязкости и реальных свойств газа // Отчет Ин-та механики МГУ. № 4227. 52 с.

Vibration-dissociation interaction in multicomponent viscous shock // Research on the Processes of Combustion, Explosions and Modelling of Fires: Proc. Russ.-Japan. Symp. Khabarovsk. P. 27–34. (With S.V. Zhluktov.)

The principal non-equilibrium phenomena in hypersonic flows about blunt-nosed bodies // Proc. IUTAM Symp. Aerothermochemistry of Spacecraft and Associated Hypersonic Flows. Marseille, France: Univ. de Provence. P. 143–151.

Efficient numerical method for solution of some problems of supersonic viscous three-dimensional flows over blunt-nosed bodies // Там же. P. 214–219. (With I.V. Vershinin, S.V. Utyuzhnikov and N.K. Yamaleev.)

Численное моделирование течения вязкого газа около тела, пролетающего через облако нагретого газа // Мат. моделирование. Т. 4. № 9. С. 55–68. (Совм. с И.Ф. Музафаровым, С.В. Утюжниковым и Н.К. Ямалеевым.)

1993

Up-to-date gasdynamic models of hypersonic aerodynamics and heat transfer with real gas properties // Annu. Rev. Fluid Mech. V. 25. P. 151–181.

Современные газодинамические модели в задачах сверх- и гиперзвуковой аэродинамики и теплообмена // Изв. вузов. Физика. Т. 36. № 4. С. 15–29.

Современные газодинамические модели внешних и внутренних задач сверх- и гиперзвуковой аэродинамики // Моделирование в механике. Т. 7(24). № 2. С. 5–28. (Совм. с С.В. Утюжниковым.)

Численное моделирование химически и термодинамически неравновесных течений при малых и умеренных числах Рейнольдса // Изв. РАН. МЖГ. № 5. С. 150–157. (Совм. с Ю.В. Глазковым и В.Г. Щербаком.)

Исследование турбулентного гиперзвукового обтекания длинных затупленных конусов // Изв. РАН. МЖГ. № 6. С. 123–128. (Совм. с И.И. Паламарчуком, С.В. Утюжниковым и М.О. Фридендером.)

Supersonic flows at low to moderate Reynolds numbers // Super- and Hypersonic Aerodynamics and Heat Transfer. / Eds by G.K. Mikhailov and V.Z. Parton. Boca Raton: CRC Press. P. 3–88. (With E.A. Gershbein and S.V. Peigin.)

Super- and hypersonic three-dimensional viscous flows // Там же. P. 89–202. (With S.V. Peigin.)

Radiative heat transfer at superorbital entry velocities // Там же. P. 203–319. (With E.Z. Apshtein, N.N. Pilyugin and V.G. Sevast'yanenko.)

Численное моделирование химически и термодинамически неравновесных течений в задачах гиперзвукового обтекания при малых и умеренных числах Рейнольдса // Математическое моделирование. / Под ред. А.А. Самарского. М.: Изд-во МГУ. Т. 1. С. 114–121. (Совм. с Ю.В. Глазковым и Г.Г. Черным.)

1994

Современные газодинамические модели гиперзвуковой аэродинамики и теплообмена с учетом вязкости и реальных свойств газа // Современные газодинамические и физико-химические модели гиперзвуковой аэродинамики и теплообмена. / Под ред. Л.И. Седова. М.: Изд-во МГУ. Ч. 1. С. 9–43.

Эффект диффузии элементов и его влияние на теплообмен в химически равновесных течениях многокомпонентного газа // Там же. Ч. 1. С. 138–177. (Совм. с С.А. Васильевским.)

Сверхзвуковое ламинарное обтекание наветренной части стреловидных крыльев бесконечного размаха в широком диапазоне чисел Рейнольдса // Там же. Ч. 1. С. 54–70. (Совм. с И.В. Вершининым и С.В. Утюжниковым.)

Влияние неравновесного возбуждения колебательных степеней свободы на теплообмен // Там же. Ч. 2. С. 3–16. (Совм. с В.Г. Щербаком.)

Численное моделирование задач сверх- и гиперзвукового обтекания летательных аппаратов в рамках упрощенных уравнений Навье–Стокса с учетом реальных свойств газа // Науч.-техн. отчет МФТИ. 51 с. (Совм. с В.У. Набиевым, М.В. Мещеряковым и С.В. Утюжниковым.)

Efficient numerical method for simulation of supersonic viscous flow past blunted body at a small angle of attack // Computers and Fluids. V. 23. № 1. P. 103–114. (With S.V. Utyuzhnikov and N.K. Yamaleev.)

Numerical simulation of the flow over a body flying through a thermal in a stratified atmosphere // Computers and Fluids. V. 23. № 2. P. 295–304. (With I.F. Muzafarov, S.V. Utyuzhnikov and N.K. Yamaleev.)

Расчет сверхзвукового турбулентного течения около затупленных тел с использованием полных уравнений вязкого ударного слоя // Теплофизика высоких температур. Т. 32. № 2. С. 242–248. (Совм. с Н.Н. Пилюгиным, Р.Ф. Талиповым и С.В. Утюжниковым.)

Вращательно-колебательно-диссоциационное взаимодействие в многокомпонентном неравновесном вязком ударном слое // Изв. РАН. МЖГ. № 6. С. 166–180. (Совм. с С.В. Жлуктовым и Г.Д. Смеховым.)

Решение уравнений вязкого ударного слоя методом простых глобальных итераций по градиенту давления и форме ударной волны // Докл. РАН. Т. 338. № 3. С. 333–336. (Совм. с В.Л. Ковалевым и А.А. Крупновым.)

Метод глобальных итераций решения задач сверхзвукового обтекания затупленных тел идеальным газом // Докл. РАН. Т. 339. № 3. С. 342–345. (Совм. с В.Л. Ковалевым и А.А. Крупновым.)

Термодинамически неравновесный вязкий ударный слой около длинных притупленных конусов // ПММ. Т. 58. Вып. 3. С. 119–130. (Совм. с С.В. Жлуктовым и С.В. Утюжниковым.)

1995

The kinetics of the recombination of nitrogen atoms on high-temperature reusable surface insulation in hypersonic thermochemical non-equilibrium flows // Proc. 2nd Europ. Symp. on Aerothermodynamics for Space Vehicles. ESTEC. Noordwijk, the Netherland, 1994. Paris: Europ. Space Agency. P. 413–419. (With O.N. Suslov.)

Exact hydrodynamic equations and transport coefficient in higher-order approximations for partially-ionized gases // Proc. 19th Symp. on Shock Waves. Marseille II. France, 1993. Berlin: Springer. V. 2. P. 369–374.

Эффекты второго приближения теории пограничного слоя при пространственном обтекании тел большого удлинения под малыми углами атаки // Изв. РАН. МЖГ. № 2. С. 57–64. (Совм. с Е.А. Липчинским и С.В. Утюжниковым.)

1996

Numerical investigation of thermal and chemical nonequilibrium flows past slender blunted cones // J. Thermophys. and Heat Transfer. V. 10. № 1. P. 137–147. (With S.V. Utyuzhnikov and S.V. Zhluktov.)

Phenomenological theory for heterogeneous recombination of partially dissociated air on high-temperature surfaces // *Molecular Physics and Hypersonic Flows.* / Ed. M. Capitelli. Dordrecht: Kluwer. P. 193–201. (With V.L. Kovalev and O.N. Suslov.)

Граничные условия скольжения на каталитической поверхности в многокомпонентном потоке газа // *Изв. РАН. МЖТ.* № 1. С. 159–168. (Совм. с Б.А. Кирютиным.)

1997

Transport properties of gases and plasma mixtures for gasdynamic simulation // *AIAA Paper.* № 97–2584. 11 p. (With I.A. Sokolova.)

Молекулярная физика и гиперзвуковые течения // *Вестн. секции физики РАЕН.* № 2. С. 92–117.

Hypersonic thermochemical erosion of meteoroids in the upper atmosphere // *Proc. 21st Intern. Symp. on Shock Waves.* Great Keppel Island, Australia. P. 189–194.

Континуальные модели в задачах гиперзвукового обтекания затупленных тел разреженным газом // *ПММ.* Т. 61. Вып. 6. С. 903–930.

Граничные условия скольжения на каталитической стенке в многокомпонентном потоке смеси газов с возбужденными внутренними степенями свободы // *Отчет Ин-та механики МГУ.* № 4474. 32 с. (Совм. с Б.А. Кирютиным.)

1998

Континуальные модели в задачах гиперзвукового обтекания тел при умеренных и малых числах Рейнольдса // *Проблемы современной механики.* / Под ред. С.С. Григоряна. М.: Изд-во МГУ. С. 9–27.

1999

The general gasdynamic model for the problems of hypersonic flow past blunt nosed bodies over the whole range of Reynolds numbers // *Proc. 3rd Europ. Symp. on Aerothermodynamics for Space Vehicles: ESTEC.* Noordwijk, the Netherlands: Europ. Space Agency. P. 127–135.

Continuum models for the problem of hypersonic flow of rarefied gas over blunt body // *Systems Analysis Modeling Simulation.* № 4. P. 205–240.

Уравнения гидродинамики для химически равновесных течений многоэлементной плазмы с точными коэффициентами переноса // *ПММ.* Т. 63. Вып. 6. С. 899–922.